L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE ACTUEL

DANS DIFFÉRENTS PAYS.

COMPARAISON DE SON PRIX AVEC CELUI DU GAZ

à Milan. — Rome. — Paris. — Saint-Étienne.
Tours. — Manosque.
Perpignan.— Marseille et New-York.

PAR

Jules COUTURE

Ingénieur des Arts et Manufactures,
Ancien Directeur de l'Exploitation du Gaz et Hauts-Fourneaux de Marseille,
Membre actif de la Société de Statistique de la même ville,
de la Société des Ingénieurs civils de France
et de la Société technique de l'industrie du Gaz.

DEUXIÈME ÉDITION
Revue et corrigée

PARIS
LIBRAIRIE CENTRALE DES SCIENCES
MATHÉMATIQUES, ARTS MILITAIRES ET INDUSTRIELS, PHOTOGRAPHIE, ETC.
J. MICHELET
25, Quai des Grands-Augustins (Près le pont Saint-Michel)

1890

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE ACTUEL

DANS DIFFÉRENTS PAYS.

La lumière par l'électricité est aujourd'hui à l'ordre du jour, et j'ai pensé qu'il vous serait agréable d'être mis au courant de l'état de cette question en Italie, en France et en Amérique.

Je dois des remerciements aux savants ingénieurs Colombo, Ponchain et Mengarmini, pour leurs bienveillantes communications sur Milan et sur Rome.

Les directeurs des diverses stations électriques de France, auxquels j'avais demandé des renseignements, se sont abstenus de toute communication ; aussi, j'ai dû prendre, dans l'ouvrage de l'ingénieur Hippolyte Fontaine, les divers passages où il a traité des stations centrales en France et à l'étranger ; enfin, en ce qui concerne les usines électriques de Marseille, mes souvenirs et mes notes personnelles m'ont permis de vous donner un aperçu complet de la question.

Dans notre séance publique du 22 janvier dernier, je vous ai fait connaître quelques chiffres de statistique, relatifs à l'éclairage électrique de la ville de Milan par la *Compagnie Milanaise d'électricité* (système Edison).

Les renseignements que j'avais pu obtenir à cette date s'arrêtaient à l'année 1886.

Vous vous rappelez que je vous avais indiqué pour la dépense faite par cette Société, en 1883-1884, une somme totale de 2,500,000 francs pour machines, immeubles, canalisation, frais de premier établissement, licence du brevet Edison, etc.

Depuis cette date, les progrès accomplis permettent de penser que cette somme serait réduite aujourd'hui de 33 p. 0/0, soit à 1,700,000 francs pour une installation semblable. Com-

me je citerai dans ce petit relevé de statistique quelques noms spéciaux à l'éclairage électrique, tels que : volt, ohm, ampère et watt, je crois devoir vous donner la définition admise par le congrès des électriciens. Le *volt* est l'unité de force électromotrice, c'est à peu près la force électro-motrice développée par un élément de pile de Daniell; en hydraulique, ce serait la hauteur de la chute d'eau.

Ohm. — L'ohm est l'unité de résistance d'un circuit dans lequel passe un courant électrique d'une unité. L'ohm légal a pour étalon une colonne de mercure de 106 centimètres de longueur et d'un millimètre carré de section à la température de 0° centigrade.

Ampère. — L'ampère est l'unité pratique d'intensité d'un courant électrique.

C'est l'intensité d'un courant qui libère 4 grammes 05 d'argent dans un bain électro-chimique, pendant une heure. En hydraulique, ce serait la quantité d'eau passant dans un canal, dans un temps déterminé, et alimentant la chute.

Enfin, le *watt* est l'unité de puissance électrique, c'est le produit d'un volt par un ampère.

Station de Milan. Voici quelle est actuellement la situation de l'éclairage électrique de Milan, au 31 décembre dernier :

Le nombre des lampes Edison en marche est de	11,250
Lampes à arc pour les particuliers..............	70
» » l'éclairage public............	210
En totalité, lampes à arc.......	280

Le nombre d'ampères-heures, en 1887, a été de 6,691,540.

Le matériel de l'usine en ce moment est composé de :

9 chaudières Balcock et Wilcox, de 160 chevaux de puissance, soit en tout 1,440 chevaux de force;

10 machines dynamo-Edison de 1,000 lampes à incandescence, ayant la valeur de 16 bougies anglaises Spermaceti, soit une puissance de lumière de 160,000 bougies en totalité, ou bien, en admettant que la lampe carcel type équivaut comme lumière à dix bougies anglaises Spermaceti, une puissance de 16,000 Carcels.

On pourrait donc alimenter :

9,000 lampes ayant une intensité lumineuse de 10 bougies.
4,350 » » » 16 »

13,350 lampes en totalité.

Les moteurs sont adhérents aux machines dynamo-Edison.

Le courant électrique, développé par ces dernières, est d'une intensité de 900 ampères, d'une force électro-motrice de 120 volts. — Leur vitesse est de 350 tours à la minute. Ce type de machine réalise une grande simplicité, mais il a l'inconvénient de subordonner la dynamo au moteur et réciproquement, c'est-à-dire que ces deux organes de forces, liés entre eux, sont immobilisés, dès que l'un d'eux a une réparation ou un accident.

Une de ces machines dynamo est destinée au service de jour et de nuit, depuis la fermeture des théâtres jusqu'à l'après-midi.

Il y a en plus :

Huit dynamos Thomson-Houston de 30 lampes à arc, chacune pour l'éclairage public, actionnés par 4 machines à vapeur Armington et Sims, de 60 chevaux chacune. — Les lampes Thomson-Houston exigent une intensité de courant électrique de dix ampères, une force électro-motrice de 1,600 à 1,800 volts, et ont une puissance éclairante de 2,000 bougies. (On estime que chaque lampe prend environ la force d'un cheval-vapeur.)

Deux dynamos Gantz, avec moteur adhérent, de 1,000 lampes, pour éclairer, avec le système de tranformateurs, deux théâtres, éloignés de 1,200 et 1,700 mètres de l'usine.

Le premier de ces théâtres, dénommé le *Théâtre dal Verno*, est éclairé par 451 lampes de 16 bougies et 2 lampes à arc. La dynamo Gantz est à courant alternatif et envoie au théâtre son courant par un câble concentrique posé sous terre.

Elle a 20 pôles magnétiques et donne, avec 250 tours, vitesse normale, cinq mille inversions de courant à la minute. Elle a été calculée pour produire un courant de 55 ampères avec une force électro-motrice de 1,300 volts.

La section de chaque conducteur est de 25 millimètres carrés ;

La résistance totale de la ligne de 1,54 ohm ;

La conduite entre souterrainement au théâtre dans un petit local, où l'on a placé 3 transformateurs, ayant chacun 7,500 watts de capacité. La force électro-motrice est réduite à 96 volts effectifs aux bornes de ces transformateurs : Dery, Blathy, Zypernowski. Leur coût est de 2,500 francs.

L'essai de ces appareils secondaires, depuis bientôt un an, aurait bien réussi.

Il est très important, pour les progrès de l'électricité qu'il en soit ainsi, car le transport de l'électricité à grande distance pourra permettre, ainsi que je vous l'ai exposé déjà, de créer des usines électriques sur des terrains éloignés moins coûteux, d'avoir des conducteurs électriques plus économiques et centraliser le service. Les Compagnies de gaz suivent avec intérêt ces expériences ; rien ne sera plus facile, en effet, que de créer dans les usines à gaz une annexe et le personnel actuel : ingénieurs, contremaîtres et agents, permettra d'exploiter avec peu de frais généraux cette nouvelle source de lumière.

Le réseau de la canalisation à Milan se divise en trois :

Réseau Edison souterrain, longueur développée 11,800 mètres ;

Réseau pour l'éclairage public, à fils aériens, longueur développée, à peu près 20 kilomètres ;

Conduite avec câble souterrain, pour le système de transformateurs, longueur à peu près 2,000 mètres.

Le développement des rues éclairées par les lampes Thomson-Houston est à peu près de 11 kilomètres.

Le savant ingénieur Colombo, administrateur délégué de la Société générale italienne d'électricité (système Edison), qui a bien voulu donner des renseignements à notre Société de statistique, a commencé à introduire chez les consommateurs des moteurs électriques alimentés par le courant.

Il y en a quelques-uns déjà installés pour des élévateurs dans les hôtels, pour des imprimeries et des petites industries. *Ils consomment 8 ampères par force de cheval ; on fait payer cinq centimes par ampère au compteur.*

On voit qu'un cheval coûterait par heure quarante centimes.

Ces moteurs sont du système Sprague electric railway and motor, Cie de New-York.

Tous les consommateurs soit pour lumière, soit pour force motrice, sont à présent au régime du nouveau compteur Edison modifié (système Edison à électrolyse). — Actuellement, le nombre des consommateurs est de 277, ayant plus de 300 compteurs.

Le tarif actuel de la Compagnie Milanaise diffère un peu de celui que je vous ai indiqué.

Voici un tableau ci-contre qui le résume :

Avec constante.

	TAXE annuelle constante.	TAXE de consommation par heure.
		Centimes.
Par chaque ampère..........	F. 45 »	5 1/3
Par heure et par lampe de 10 bougies exigeant 1/2 ampère environ.........	« 22 50	2 2/3
Par heure et par lampe de 16 bougies exigeant 3/4 d'ampère environ.........	« 32 »	4

La taxe annuelle se divise d'après le nombre de mois de l'année, et est payée chaque mois en même temps que la taxe de consommation.

Sans constante.

NOMBRE d'heures d'éclairage par lampe dans le mois.	De 0 à 40	41 à 80	81 à 100	100 à 125	126 à 150	151 et au-dessus.
Centimes. Par heure et par ampère de courant..........	12c	11c	10c	9c	8c	7c 5
Par heure et par lampe de 10 bougies........	6c	5c 50	5c	4c 50	4c	3c75
Par heure et par lampe de 16 bougies........	9c	8c 25	7c 50	6c 50	5c 60	5c60

Le nombre d'heures de l'éclairage par lampe pendant le mois, se calcule en divisant le nombre total d'ampères consommés dans le mois par le nombre d'ampères, résultant de la totalité des lampes installées.

Location des compteurs :

Jusqu'à	50 lampes à incandescence	6	fr. par an.
De 50 à	100 » »	9	»
Jusqu'à	100 » »	12	»

Ce tarif comprend le remplacement gratuit par la Société Edison des lampes qui seront rendues, comme étant hors d'usage ou avec le filament rompu, mais avec le verre intact.

Ces divers tarifs sont applicables aux lampes à arc, montées comme les lampes à incandescence, sauf la dépense de remplacement de crayons de carbone, qui se paie à part, à raison d'une taxe annuelle de location de :

Lires 50 par chaque lampe à arc d'une intensité de 9 ampères.

Lires 35 par chaque lampe à arc d'une insensité de 4, 5 ampères.

Si l'on admet qu'une lampe Edison de 10 bougies et 1 bec à gaz Bengel, consommant 105 litres à l'heure, sous une pression de 2 à 3 millimètres d'eau, ont l'intensité d'une Carcel type, brûlant 42 grammes d'huile de colza épurée à l'heure.

Voici quel devrait être le prix du mètre cube de gaz pour avoir une même dépense par heure, qu'avec une lampe électrique (en supposant une marche de mille heures par an, ce qui est la moyenne d'éclairage des abonnés).

Lampe Edison de 10 bougies par an, constante.	F.	22 50
Taxe horaire 2 cent. 66 pendant 1,000 heures		26 60
Location de compteur (en supposant une installation de 5 lampes en moyenne)............		1 20
Soit une dépense totale de..........	F.	50 30
Bec Bengel, coûtant le même prix.............		50 30
Si l'on déduit les frais accessoires (pour une installation de 5 becs environ, 12 fr. par an) soit par bec..............................		2 40
Il reste pour la dépense en gaz.......	F.	47 90

La consommation pour 1,000 heures est de 105 mètres cubes, *on aurait donc pour le prix du gaz, fr.* 0,473.

Pour un éclairage de deux mille heures, on aurait, en faisant les mêmes calculs :

Bec électrique Edison, 10 bougies, fr. 76, 90.

Prix du mètre cube de gaz, pour avoir la même dépense avec le bec Bengel de même intensité, fr. 0,355.

L'éclairage électrique, par suite de la constante, est donc d'autant plus avantageux que le nombre d'heures d'éclairage est plus élevé.

Le prix du gaz à Milan était, lors de l'installation de la lumière électrique, de fr. 0,36 pour les particuliers ; fr. 0,25, pour la ville.

La Compagnie du Gaz a dû abaisser son prix à fr. 0,25 pour les particuliers, dans le périmètre des condu[illegible] mais cet abaissement n'a pas arrêté les abonnés du gaz, dont une certaine partie s'est abonnée à l'électricité malgré son prix plus élevé.

Depuis, la Compagnie du Gaz de Milan a abaissé son prix à 20 cent., pour le chauffage et la cuisine, et, si nos renseignements sont exacts, ses consommations ont notablement augmenté.

La Société Milanaise a installé dans les théâtres de la Scala, Manzoni et Philo-Dramatique l'éclairage électrique.

Ces théâtres comportent :

2,566	lampes à incandescence	pour la Scala.
371	—	pour le théâtre Manzoni.
263	—	pour le théâtre Philo-Dramatique.
3,200	lampes.	

La somme portée pour l'installation de ces 3,200 lampes est de 73,436 fr. 93 c., soit une somme de 23 fr. par lampe, y compris l'appareillage électrique intérieur, en se servant comme supports de ceux des becs à gaz.

Théâtre de la Scala.

L'installation de la Scala comporte 2,570 lampes environ, dont 1,600 seulement fonctionnent à la fois en temps ordinaire.

La répartition de ces lampes est :

SCÈNE.

9 herses	408 lampes.
Rampes	98 —
32 portants	264 —
6 projecteurs mobiles	90 —
12 rampes mobiles de 10 lampes	120 —
Lampes de réserve	126 —
Total	1,106 lampes.

SALLE.

Lustre	344 lampes.
Pourtour	253 —
Orchestre, couloir des loges et galeries supérieures	209 —
Entrée, café, vestibule	108 —
Entrée latérale, cours, ateliers de décors, loges d'artistes	550 —
Total	1,464 lampes.

Total = 2,570 lampes...

Les lampes des lustres, de l'orchestre, de la rampe et de la scène ont une intensité de 16 bougies.

Celles des loges, des couloirs, des herses sont de 10 bougies; toutes ces lampes sont montées en dérivation.

Les lampes placées sous le plancher de la scène et dans les endroits de moindre importance sont de 8 bougies.

Ces lampes sont montées deux par deux en séries.

Ces détails montrent l'importance du théâtre de la Scala.

Il est assez intéressant de comparer l'éclairage électrique de ce théâtre avec celui du Grand-Opéra de Paris, qui est le triple.

Le Grand-Opéra est éclairé par 6,131 lampes à incandescence Edison, dont : 5,023 lampes de 10 bougies, 1,108 lampes de 16 bougies. Grand Opéra de Paris.



La division de cet éclairage est la suivante :

	Lampes de 10 bougies.	Lampes de 16 bougies.
Administration.....	1,165	40
Scène	1,568	120
Salle et pavillon....	1,212	306
Foyer et escalier...	1,010	642
Caves	68	»
	5,023	1,108

Les lampes à arc se composent de 22 bougies Jablochkoff, péristyle du théâtre et grand escalier ; 8 régulateurs à arc pour la Loggia.

Les chaudières Belleville, au nombre de six, peuvent produire 10,350 kilogrammes de vapeur à 12 kilogr. et alimentent :

1 Machine Corliss, tournant à 60 tours....	250	chevaux.
1 Machine Armington, à 300 tours.........	100	—
4 Machines à vapeur de Weyher et Richmond, tournant à 160 tours de 140 chevaux chacune, ensemble................	560	—
1 Machine Weyher et Richmond, tournant à 85 tours............................	40	—
1 Machine Weyher et Richmond tournant à 100 tours............................	20	—
Total.....	970	chevaux

nominaux, qui pourraient être portés à 1.200 chevaux.

Chaque machine de 140 chevaux actionne une dynamo de 800 ampères.

Il y a en tout 14 dynamos, dont 13 à courant continu, et une à courant alternatif ; cette dernière est destinée à l'alimentation des lampes à arc.

Les dynamos ont une force électromotrice de 120 volts avec des intensités de courant électrique différentes.

Il y a : 5	dynamos	Edison	de 375	ampères...	1,875
4	—	—	de 800	— ...	3,200
3	—	—	de 300	— ...	900
1	—	—	de 40	— ...	40
				Total........	6,015

L'ensemble des courants correspond à une puissance électrique de 72,180 watts.

Le personnel technique complet pour assurer le fonctionnement normal de l'éclairage est fourni par la Compagnie Edison, et payé par la Direction de l'Opéra, à raison d'un abonnement annuel de 25,000 fr. La Société Edison paie tous les autres frais d'exploitation et reçoit : 1,130 francs par chaque représentation théâtrale et 2,000 francs par chaque bal de l'Opéra.

Le traité avec l'État est de dix ans et pourra être renouvelé par l'Administration des Beaux-Arts pour une même période décennale, et aux mêmes conditions, en prévenant un an à l'avance.

Par une clause spéciale, le système ancien d'éclairage au gaz a été maintenu ainsi que toute la canalisation. *On a donc jugé que le gaz serait destiné à parer aux défectuosités de l'éclairage électrique.*

Le nombre des représentations doit être de 1,920 en dix ans, soit : 192 par an.

On voit que si l'on admet par représentation 5,000 lampes brûlant pendant quatre heures en moyenne, pour tenir compte des lampes qui sont éteintes à certains moments, on a : 20,000 lampes-heures d'une intensité moyenne de 11 bougies 2 (le rapport entre les lampes de 16 et celles de 10 étant de 1|5).

Pour un nombre de cinq mille lampes, moyenne par représentation, la Compagnie Edison reçoit F........ 1,130
pour frais du personnel $\frac{25000}{192}$ soit.............. 130
Total........... F. 1,260

pour 20,000 lampes-heures, soit fr. 0,063 par lampe et par heure, prix qui comprend l'exploitation, l'entretien et l'amortissement. Si l'on déduit 15 p. 0/0 pour entretien et amortissement, on a : fr. 0,0535, par lampe et par heure. En admettant qu'un bec de gaz consommât environ 120 litres au maximum, pour donner la même lumière, on aurait eu à 30 cent. le mètre cube, — 3 cent. 6 par bec et par heure, soit environ 32 p. 0|0 en moins.

Le théâtre de la Scala a un avantage sur le Grand-Opéra, c'est de ne renfermer dans son édifice aucune chaudière,

aucun moteur, aucune dynamo, puisque le courant lui est envoyé par la Compagnie Milanaise.

Je vous ai indiqué, mes chers collègues, la statistique de l'éclairage électrique dans un théâtre italien et dans un théâtre français; voici celle du même genre dans un théâtre allemand de moindre importance, décrite également par M. Hippolyte Fontaine.

Théâtre de Braün.

C'est celui de Braün, en Moravie, éclairé à l'électricité depuis 1882.

Le matériel d'éclairage comprend :

5 Dynamos Edison, de 250 lampes à incandescence de 16 bougies.

1 — Gramme, alimentant 5 régulateurs à arc d'une puissance lumineuse de cent Carcels chacune.

1 — Gramme produisant les effets de scène par l'arc voltaïque ou alimentant 40 lampes Edison, de 8 bougies.

La force motrice est de : 120 chevaux pour la dynamo Edison ; 6 à 8 chevaux pour les deux dynamos Gramme.

Les lampes Edison de différentes intensités sont au nombre de 1,384,

Ainsi disposées :	Dépendances	369
	Scène	840
	Salle	175

Il y a, en outre, pour l'éclairage spécial des répétitions :

Une herse	15 lampes.
Souffleur	2 —
Orchestre	23 —
TOTAL	40 lampes.

La durée d'éclairage des lampes est estimée à 700 heures.

La municipalité de Braün paiera pour cet éclairage 35,000 francs par an pendant vingt ans; au bout de ce temps, elle sera propriétaire de l'installation.

Si les renseignements donnés sont exacts, la moitié de cette somme représente l'intérêt et l'amortissement.

L'autre moitié, les dépenses d'exploitation.

Il y a une amende de 750 francs pour tout accident donnant lieu à une interruption complète de lumière dans le théâtre, et de 12 fr. 50 pour dix lampes éteintes par heure.

En outre de ces amendes, les entrepreneurs doivent fournir un éclairage au moyen de lampes à huile.

On admet que le nombre de lampes en service en même temps ne dépasse pas 900 lampes.

Ces conditions, acceptées par la Compagnie Edison de Paris, et MM. Brukner Ross et Cᵉ de Vienne, paraissent peu avantageuses.

Si l'on admet, en effet, 900 lampes à incandescence de seize bougies marchant pendant quatre heures en moyenne par représentation, et environ 192 représentations, comme à Paris, on voit qu'en définitive l'éclairage de chaque représentation est payé 180 francs.

En admettant une durée de cinq heures, et la moitié de ces 180 francs étant destinée à payer l'intérêt et l'amortissement, on voit que la recette par lampe-heure serait de 0 fr. 02, *prix qui ne doit laisser que de la perte.*

Il est certain que les Compagnies électriques, afin de pouvoir pénétrer sur le vaste champ de l'éclairage au gaz, consentent des sacrifices importants pour l'éclairage des théâtres, et considèrent ces installations et exploitations comme des réclames importantes pour leur système d'éclairage.

De leur côté, les Compagnies de gaz, en possession d'exploitations, source de bénéfices, défendent le terrain conquis par elle depuis de longues années, en faisant de grands sacrifices pour éclairer aussi à l'électricité certaines rues luxueuses, des théâtres, etc. Je pourrais citer des Compagnies ayant mis plus d'un demi-million dans de semblables travaux.

L'inconvénient d'agir ainsi, c'est que l'électricité est en voie de progrès constants, qu'elle est à son début, et que chaque jour des perfectionnements sont apportés aux dynamos, aux lampes ; aussi, la nécessité s'impose d'amortir très rapidement toutes les installations faites, puisqu'au bout de peu d'années elles peuvent ne plus représenter que du vieux matériel sans valeur.

Les résultats financiers des exploitations de lumière électrique, comme tout mode d'éclairage nouveau, ne sont pas en rapport avec l'intérêt du capital dépensé ; mais que de Compagnies de gaz ont eu des débuts difficiles et peu satisfaisants avant d'arriver à un état prospère !

Résultats de l'exploitation de la station électrique de Milan.

Je vous ai dit qu'en 1886 la Société Milanaise, au capital de trois millions (12,000 actions de 250 lires), avait donné un dividende de 7 lires par action de 250 lires.

En 1887, en sus d'une somme de 125,544 fr. 66, employée pour amortir les immeubles, machines, chaudières, dynamos et canalisation, le bénéfice a été de 132,342 fr. 04, qui s'établit ainsi :

Recettes des installations de Milan.........	F. 564,622 67
Rendement des installations particulières....	162,939 68
Provenances diverses....................	34,764 14
TOTAL..........	F. 762,326 49
A déduire :	
Dépenses (y compris 125,544 fr. 66 pour amortissement)..........................	621,329 17
DIFFÉRENCE.......	F. 140,997 32
A déduire :	
Solde, compte, profits et pertes.............	8,655 28
Bénéfice net.....	F. 132,342 04

On voit que les recettes se composent de deux parties :

Éclairage électrique (public et privé)........	F. 564,622 67
Installations et divers.....................	197,703 82
TOTAL..........	F. 762,326 49

Nous avons vu plus haut que l'éclairage par arc comprenait 210 lampes pour l'éclairage public, payé à raison de :

1,000 fr. jusqu'à minuit.

1,700 fr. toute la nuit.

et 70 lampes dont nous ne connaissons pas la durée d'éclairage, si nous admettons que toutes les lampes ont brûlé jusqu'à minuit en moyenne. (Les lampes des particuliers qui s'étei-

gnent avant minuit compensent celles qui marchent toute la nuit pour la ville.)

On aurait pour l'éclairage public et particulier, par lampes à arc, un total de 280,000 fr., ce qui est un excellent appoint pour la Compagnie Milanaise, l'éclairage par arc coûtant beaucoup moins cher que celui par incandescence.

Les recettes se composeraient donc de :

Éclairage public	F.	280,000 »
— privé		284,622 67
TOTAL	F.	564,622 67
Installations diverses		197,703 82
TOTAL	F.	762,326 49

Nous avons vu aussi précédemment que la station de la Société Milanaise a fourni, en 1887 : 6,691,540 ampères-heures.

Ce qui, pour le montant total de l'éclairage de 564,622 fr. 67, donnerait un prix de vente, pour l'ampère-heure, de 8 cent. 4.

Les recettes de l'éclairage privé ne seraient pas importantes pour le présent ; mais il faut dire que, sur les 11,250 lampes à incandescence, environ 4,000, soit plus des deux cinquièmes, sont dans les théâtres de la Scala, Manzoni, Philo-Dramatique, dal Verno, etc., qui ne fonctionnent que pendant quatre mois de l'année en moyenne. Si l'on admet un bénéfice d'environ 15 0/0 sur les recettes, installations et divers, on a 29,655 fr. 40 pour ce bénéfice. Il resterait donc pour l'éclairage électrique proprement dit : 102,686 fr. 64.

Or, ainsi que nous l'avons dit dans le cours de cet exposé, on peut admettre qu'un capital de 1,700,000 fr. eût été suffisant ; ce capital réduit serait donc desservi à raison de 6 0/0 avec l'amortissement, ou 12 à 13 0/0 sans amortissement. J'ai vu, dans le bilan de cette Société, que la dépense d'installation dans les rues pour l'éclairage par des lampes à arc a coûté pour les 210 lampes, y compris les fils aériens recouverts de gutta-percha, 73,794 fr. 75, soit 350 francs par lampe, y compris la

canalisation, et pour les 70 lampes à arc des particuliers, 5,375 fr. 80.

Là s'arrêtent les divers renseignements que je puis vous donner sur la Société Milanaise.

Station électrique de Rome.

J'indiquerai en quelques mots les efforts effectués par la Compagnie du gaz de Rome, pour entrer dans cette voie nouvelle d'éclairage par l'électricité. La Compagnie Anglo-Romaine du gaz de Rome, en présence des résultats obtenus à Milan, n'a pas attendu longtemps pour établir une station électrique. Dès que la marche pratique des transformateurs Dery, Blaty, Zypernowski lui eût été démontrée, elle s'est mise à l'œuvre et a construit une station électrique dans les terrains de son usine à gaz du Circo Massino. Des constructions d'une importance de 1,500 mètres carrés ont été élevées et font suite à l'usine à gaz. Elles se composent de deux grands hangars, l'un pour les machines, l'autre pour les chaudières ; la cheminée a 50 mètres de hauteur. Une grande salle est annexée pour les pompes et de petites machines auxiliaires. Enfin, une maison à quatre étages pour les salles d'expérience, les bureaux et l'habitation du personnel.

Il y a actuellement 12 batteries de chaudières système Balbcok et Wilcox de Glascow, d'une force totale disponible actuellement de 1,800 chevaux ; ces chaudières brûlent du coke de l'usine à gaz; l'installation complète sera de 2,700 chevaux. Les moteurs maintenant installés ont une force totale disponible de 1,500 chevaux. Il sont du système Corliss, construits par Van der Kerchoeve, de Gand.

L'installation complète sera de 2,700 chevaux.

Les dynamos sont à courants alternatifs de la maison Ganz, de Buda-Pesth ; il y en a deux, ayant ensemble une capacité de 8 à 9,000 lampes.

On compte en installer un nombre suffisant pour faire face à une capacité de 16 à 20,000 lampes.

Chaque dynamo peut alimenter de 4,000 à 4,500 lampes de 16 bougies, en tournant à la vitesse de 125 tours par minute.

Ce sont les plus fortes dynamos qui existent.

La force électro-motrice est de 1,950 volts ; elle est, par

suite de la résistance des conducteurs, réduite à 1,750 volts en arrivant aux transformateurs.

Ces derniers appareils sont ceux du système Dery-Blathy-Zypernowski.

Ils coûtent chacun 2,500 francs pour une puissance de 7,500 watts.

C'est le seul type employé à Rome.

La canalisation a une longueur de 11,100 m. entre primaire et secondaire. Elle a été faite avec un soin tout particulier. La canalisation primaire comporte trois conduites principales ou feeders, qui peuvent être mises en communication au moyen de clés avec l'une quelconque des dynamos soit existantes, soit prévues.

Les conducteurs de distribution sont branchés sur les feeders. Les conducteurs de courant sont placés sous terre. Ils sont fabriqués suivant le système concentrique de Siemens; leur section est de 220 millimètres carrés. On estime le coût de cette canalisation à 500,000 francs.

Les conduites secondaires sont de faible importance, car les transformateurs sont placés chez les abonnés et les réseaux secondaires n'ont que de petites dimensions.

Le nombre des lampes à incandescence placées chez les abonnés s'élève à 5,400; leur intensité lumineuse moyenne est de 16 bougies.

Les lampes à arc du système Zypernowski, d'une intensité lumineuse de 2,000 bougies, sont au nombre de 150 environ.

La plus grande partie des lampes à arcs a une intensité de courant de 16 ampères, quelques-unes ont 8 ampères.

La même canalisation sert pour les lampes à arc et à incandescence.

Ainsi que je l'ai indiqué plus haut, la station électrique de Rome, construite par l'honorable gérant Ponchain et l'ingénieur en chef Mengarmini, a été édifiée de manière à pouvoir suffire éventuellement à 20,000 lampes à incandescence.

Le personnel, en vue de cette éventualité, se compose d'un ingénieur en chef électricien, de deux ingénieurs, d'un chef mécanicien, d'un chef électricien, d'un chef de pose, des conduc-

teurs électriques, un caporal chauffeur, deux machinistes, cinq installateurs et d'une douzaine de manœuvres.

Tout a été étudié avec beaucoup de soin pour le contrôle des appareils, la réalisation de la meilleure distribution de courant et les agrandissements futurs.

Il résulte des renseignements que j'ai pu me procurer *que le système fonctionne très bien,* malgré la tension initiale d'environ deux mille volts et la longueur de la canalisation souterraine.

La ville paie pour les lampes à arc 80 centimes par heure et par lampe ; les particuliers 8 c. par heure pour chaque lampe à incandescence de 16 bougies.

Le prix du gaz à Rome est de 27 centimes le mètre cube.

Or, si l'on compare un bec à gaz Wenham perfectionné, consommant 115 litres pour une intensité lumineuse d'environ 16 bougies, avec une lampe à incandescence ayant à peu près la même intensité, et qu'on admette pour le bec Wenham une consommation maxima de 120 litres, pour tenir compte des variations de 4 à 6 p. 0/0 inévitables même avec un régulateur, — on a, pour la dépense d'un bec Wenham, 3 cent. 24 par heure.

Le prix de 8 centimes par heure et par lampe électrique de 16 bougies est donc très rémunérateur, et je crois savoir que le gaz de Rome réalise des bénéfices sur les prix indiqués ci-dessus, pour l'arc et pour l'incandescence.

L'usine à gaz de Rome paraît donc avoir résolu d'une façon pratique le problème de produire et de distribuer à grande distance l'électricité aux abonnés qui veulent cet éclairage de luxe, sans avoir été obligée de créer des stations coûteuses, au milieu du centre à éclairer, et elle a rendu ainsi service aux usines à gaz en général par suite de l'essai fait par elle et du succès de cet essai. Nul doute que cet exemple ne soit suivi.

Station électrique de Tours.

En France, un essai de cet éclairage électrique, au moyen de transformateurs, a été fait à Tours en 1886, par une Société anonyme, constituée au capital de 775,000 fr. La station électrique se sert des transformateurs américains Gau-

lard et Gibbs. — Elle a une capacité de 3,500 lampes de 16 bougies.

La force motrice est fournie par deux machines à vapeur Weyher et Richmond, développant respectivement 100 à 150 chevaux.

Deux dynamos Siemens, à courants alternatifs, produisent le courant qui traverse les conducteurs principaux. Le courant électrique a une intensité de 66 ampères, et une différence de potentiel aux bornes de 850 volts. Les dynamos sont excitées par deux machines Siemens à courant continu.

Les conducteurs en cuivre ont un diamètre de 7^{mm}, 5.

Ils sont isolés et renfermés dans une conduite en béton.

Ils constituent deux réseaux différents, dont la longueur totale (aller et retour) est de 1,700 mètres.

Les conducteurs principaux amènent le courant à quatre groupes de transformateurs Gaulard et Gibbs, reliés au centre du périmètre à éclairer, et établis en quantité sur le courant principal.

Cette disposition a permis d'effectuer la distribution dans les conduits secondaires, sous un potentiel constant. Chaque groupe de transformateurs se compose de quatre colonnes construites d'après le système de MM. Gaulard et Gibbs. Les circuits primaires des quatre colonnes sont associés en tension et absorbent 850 volts, avec un courant de 16 ampères, soit 13,600 watts.

Les circuits secondaires sont réunis en quantités et fournissent un courant de 250 ampères sous 50 volts, soit 12,500 watts. Ce qui constituerait un rendement bien élevé de 92 p. 0[0.

Les conducteurs des réseaux secondaires sont formés par des câbles renfermant 19 brins en cuivre de 2^{mm}, 4 (soit en tout 45^{mm} 6). La longueur de chaque réseau secondaire est de 350 mètres au maximum.

Les lampes à incandescence, installées chez les abonnés, sont de deux types différents; le système Swan, sur un réseau, et Woodhouse et Rawson, sur l'autre; elles exigent 48 volts et donnent 10 et 16 bougies, suivant le nombre d'ampères qu'elles prennent, et sont toutes placées en dérivation.

Le coût payé par les abonnés pour leur éclairage serait de 3 fr. 50 par mois et par lampe de 16 bougies; moyennant cette somme, les abonnés auraient droit à la lumière depuis la tombée de la nuit jusqu'à minuit et demi.

Un tel éclairage représente environ 1,850 heures par an; ce serait un coût de 2 cent. 3 environ par heure et par lampe; ce prix est peu avantageux.

En admettant que les abonnés n'usent pas de la faculté qui leur est laissée de s'éclairer jusqu'à minuit et demi, et qu'ils ne conservent leur éclairage que pendant mille heures par an (soit la moyenne ordinaire), le coût de l'éclairage est de 4c,2, et ce prix ne paraît pas également rémunérateur.

Nous n'avons pu avoir de données sur les dépenses d'installation.

Les derniers renseignements qui nous ont été fournis sur cette station sont les suivants :

La Compagnie électrique de Tours aurait 160 à 180 abonnés, qui lui donneraient une recette de 36 à 40,000 fr. par an.

Le prix fait par cette Compagnie, par lampe de seize bougies et par heure, comprend le remplacement des lampes. Ce prix a été sans doute jugé peu avantageux, comme je le pensais, pour les intérêts de la Compagnie, car on l'aurait relevé à 5 fr. par mois dans ces derniers temps, soit 30 0/0 d'augmentation. La Compagnie n'ayant pas établi de compteurs chez les abonnés, on comprend les pertes qui peuvent résulter d'un pareil abonnement à forfait. Le prix du gaz, à Tours, varie de 30 à 35 cent.

Si nous comparons, comme précédemment, le prix d'une lampe Wenham, d'une intensité lumineuse de seize bougies, consommant 115 à 120 litres par heure, avec une lampe à incandescence de même importance, on a pour une consommation moyenne d'une durée de mille heures par an :

	Centimes.
Bec de gaz, 115 × 0 fr. 30, dépense par heure	3,45
Bec électrique, au prix moyen de 3 fr. 50 par mois	4,20 p. hre
Bec électrique, au prix moyen de 5 fr. par mois	6,24 —

La Compagnie électrique ayant à sa charge le remplacement des lampes (soit 4 fr. par lampe) a bien fait de relever son prix initial, peu avantageux, surtout si l'on songe qu'on est encore peu fixé sur le rendement réel et pratique des transformations Gaulard et Gibbs, qui varierait de 70 à 80 0/0.

En prenant le maximum de recettes de 40,000 fr., on voit que la Compagnie de Tours aurait environ, au prix à forfait de 42 fr., 952 lampes sur les 3.500 dont elle peut disposer, et comme son nouveau prix est d'environ 30 0/0 plus élevé que le prix du gaz, il est douteux qu'elle ait de nouveaux clients en nombre suffisant pour atteindre sa puissance d'éclairage.

Gares du Métropolitan Railway.

En 1883, on avait fait à Londres un essai de ce système de transformateurs Gaulard et Gibbs dans diverses gares du Métropolitan-Railway. La dynamo était du système Siemens, à courant alternatif, excitée par une machine dynamo à courant continu. L'intensité du courant développé était de 10 ampères; la force électro-motrice de 1,500 volts. Il y avait :

à Edgard-Road, 25 lampes Swan, 3 lampes de 40 bougies, 2 Jablochkoff.

à Notting-Hill-Gate, 19 lampes Swan, 3 lampes de 40 bougies, 1 Jablochkoff.

à Gower-Street, 20 lampes Swan, 3 lampes de 40 bougies 1 Jablochkoff.

à Olgate, 30 lampes Swan, 3 lampes de 40 bougies, 1 Jablochkoff.

Les inventeurs, MM. Gaulard et Gibbs, estimaient alors le rendement à 70 0/0, et la perte par les transformateurs secondaires de 10 0/0; le circuit aller et retour était de 23 kilomètres.

Station de Saint-Etienne.

La station électrique de Saint-Étienne a été fondée il y a environ deux ans. Cette station peut actuellement fournir 2,600 ampères, soit environ 3,465 lampes d'une puissance éclairante de 16 bougies.

L'usine est située au centre de la ville, sur une superficie de 300 mètres carrés. Vu cette étendue réduite, on a cherché à utiliser le mieux possible le terrain. On a fait supporter les moteurs par les murs de séparation des chaudières, qui sont au niveau du sol. Les moteurs sont au-dessus des générateurs.

Ces derniers sont au nombre de quatre à foyer intérieur, système Farcot, de 90 mètres de surface de chauffe timbrée à 12 kilog.; leur alimentation a lieu par deux injecteurs Kœrting indépendants et un petit cheval de secours.

Les moteurs, au nombre de quatre, construits par MM. Bietrix et Cᵉ, de Saint-Étienne, et à tiroir rotatif Coffinbal, sont Compound à haute pression avec détente dans les deux cylindres. Les manivelles font160 tours par minute, la consommation est de 10 kilog. de vapeur par cheval. A la pression de 6 kilog., chaque moteur développe 70 à 75 chevaux effectifs (avec 11 kilog. de pression, on peut obtenir 180 à 190 chevaux effectifs). Les cylindres à vapeur sont à double enveloppe.

Un arbre de transmission, qui règne sur toute la longueur de la salle, porte sept poulies commandant chacune une dynamo; ces dernières, au nombre de sept, sont placées sur un plancher inférieur de 1 mètre 20 à celui des moteurs, de façon à ne pas encombrer par des courroies la salle des machines.

Les moteurs peuvent marcher isolément ou ensemble au moyen de manchons d'embrayage.

Les dynamos ont une puissance électro-motrice de 120 volts et une intensité de courant de 375 ampères.

La distribution est à trois fils sous 220 à 225 volts au départ.

Le réseau proprement dit sur lequel sont branchées les lampes a un développement total de 5,000 mètres.

Les conducteurs ont, les uns 200 millimètres de section avec intermédiaire de 140 millimètres; les autres ont 140 millimètres carrés avec intermédiaire de 100 millimètres de section.

On prétend que l'usine a une production annuelle de 1,500,000 ampères-heures pour un nombre moyen de 2,200 lampes en fonction.

Les frais seraient par ampère-heure :

Main d'œuvre.....	F. 0 009	par an F.	13,500	soit	27, 7 0/0
Combustible au prix moyen de 13 fr. la tonne........	0 010	»	15,000	»	30,74
A reporter...	0 019	»	18,500	»	30,74

Report...	0 019	»	18,500	»	30,74
Graissage.........	0 001	»	1,500	»	3,07
Entretien.........	0 0025	»	3,750	»	7,64
Frais généraux, loyer, eaux, etc.	0 0100	»	15,000	»	30,72
Total par ampère. heure..........F.	0 0325	»	F. 48,750		100,00

Ces chiffres, *à priori*, paraissent bien réduits pour certains chapitres, notamment les frais généraux, les eaux et le loyer.

Il n'y a aucun *quantum* porté pour l'amortissement de l'installation, qui aurait coûté, pour immeubles, chaudières, moteurs, dynamos, tableaux, branchements, canalisation, environ 500,000 fr. pour une puissance de 5,300 lampes Edison de 10 bougies environ. Ce chiffre de dépenses paraît *à priori* bien peu élevé.

La Compagnie électrique Edison, de Saint-Étienne, a été autorisée jusqu'au 31 décembre 1910, par la ville de Saint-Étienne, à placer sous les chaussées et trottoirs des rues, dépendant de la petite voirie, des canalisations électriques, suivant certaines conditions qui sont insérées dans le traité du 10 novembre 1886 avec la ville.

Voici quelques-unes des dispositions principales qui ont trait à l'éclairage des particuliers ; chaque abonné doit garantir à la Compagnie une durée d'éclairage de mille heures.

Le prix maximum pour les particuliers sera de :

0 fr. 0375 par heure et par lampe de 10 bougies.

0 fr. 0600 » » 16 »

Si, dans l'avenir, la ville voulait se servir de ce mode d'éclairage, le prix serait pour elle les deux tiers de celui des particuliers.

Le remplacement des lampes usées se fera au prix de 3 fr. par an et par lampe.

La location du compteur Edison sera de 1 fr. par mois, soit 12 fr. par an.

L'intensité de lumière de la lampe de 16 bougies devra être égale à 1,72 de l'éclat d'une lampe Carcel, type brûlant 42

grammes à l'heure, employée dans les essais photométriques du gaz.

Ce contrôle sera fait par la ville aux frais de la Compagnie Edison, pour la fourniture de fils, câbles, lampes, en un mot, tous les appareils reconnus nécessaires au contrôle.

La Compagnie électrique Edison, de Saint-Étienne, paiera à la ville une redevance annuelle, pour chaque lampe allumée de 16 bougies et au-dessous, 0 fr. 25 jusqu'à 3,000 lampes ; 0 fr. 50 jusqu'à 6,000 lampes, et 0 fr. 75 au delà. Le capital social de la Compagnie électrique de Saint-Étienne a été fixé à un million, et ne pourra être augmenté qu'avec l'autorisation de la ville. Après prélèvement des intérêts de ce capital des sommes allouées au Conseil d'Administration et des revenus, parts de fondateurs, 15 pour 0/0 du reliquat seront attribués à la ville de Saint-Étienne.

Le gaz est vendu à Saint-Étienne au prix de 0 fr. 267 le mètre cube et, pour de grosses consommations, on peut prévoir que le prix serait abaissé. C'est donc un maximum.

Si nous supposons un éclairage électrique avec trois lampes à incandescence, par exemple; avec une durée d'éclairage moyen de mille heures par an, on aurait :

Lampe à incandescence ayant une intensité de 10 bougies....................................	F. 37 50
Pour remplacement de la lampe................	3 »
Pour le compteur...........................	3 »
Total........	43 50

Un bec Bengel, brûlant 105 litres de gaz et de même intensité, donnerait lieu à une dépense de 2 cent. 7825 par heure.

Soit, par mille heures.......................	F. 27 825
Pour le compteur, robinet de sûreté, branchement par bec................................	4 »
Total....	F. 31 825

On voit qu'il y aurait là une différence notable (27 0/0 en faveur de l'éclairage au gaz); malgré cette différence, la Compagnie électrique se serait, par suite de l'appui de la munici-

palité, notablement développée, puisqu'elle aurait en ce moment une moyenne de plus de 2,200 lampes en fonctionnement. Le coût réduit du charbon à Saint-Étienne a été également un élément avantageux.

Seulement, il résulte de cette situation, que si la Compagnie du gaz de Saint-Étienne abaissait le prix du gaz à 20 centimes, elle porterait un coup mortel à l'industrie naissante de la lumière électrique à Saint-Étienne qui, d'après un article de ses polices, serait obligée (si nos renseignements sont exacts) de faire une diminution semblable sur ses polices d'abonnement, soit une diminution de 25 0/0.

Ce fait a déjà eu lieu à Dijon. Le gaz était vendu 45 centimes le mètre cube; un industriel voulait établir une station électrique dans un quartier central et réunit les fonds voulus.

Dès que la Compagnie du gaz fut mise au courant de ce projet, elle réduisit le prix du gaz à 0 fr. 25, et si elle ne fit pas avorter la combinaison et n'empêcha pas la station électrique de s'établir, elle en rendit le résultat déplorable au point de vue financier.

Stations électriques de Marseille.

Dans l'année 1881, la Société du gaz de Marseille se préoccupait de la question de l'éclairage électrique. Des études furent faites par M. Jules Couture, ingénieur-directeur de l'exploitation des gaz et hauts fourneaux de Marseille, et M. S. Jordan, administrateur de la Société. Il fut décidé, après entente avec la municipalité, représentée par M. Brochier, maire, qu'un essai aurait lieu à la place Castellane, au moyen de quatre lampes électriques à arc, système Brush, jugé le meilleur à cette date.

Une dynamo de six lampes Brush fut installée à l'usine de la Société du gaz, au Rouet; elle était actionnée par un moteur à gaz Otto, de 8 chevaux. Cet essai eut lieu en mars 1882, et, après quelques mois, la municipalité adopta cet éclairage pour la Cannebière et la rue Noailles, du quai du Port aux allées de Meilhan, par délibération du Conseil municipal du 30 mai 1882.

Voici quelles étaient les principales dispositions de cette décision :

On installait 22 lampes Brush, donnant une intensité de 70

lampes Carcel, chacune à feu nu, représentant en totalité 1,540 carcels.

En admettant une perte de 40 0/0 par les verres opales........................ 616 »

Il restait encore...... 924 carcels.

Cet éclairage devait durer de l'heure de l'allumage à minuit, soit environ 1, 850 heures par an.

Le prix fixé était de 75 centimes par lampe et par heure.

L'éclairage de la Cannebière était à cette date effectué par

60 lanternes dont les becs brûlaient 200 litres de gaz à l'heure et correspondaient à 1.72 de l'éclat d'une lampe carcel type.

13 » dont les becs brûlaient 140 litres de gaz à l'heure et correspondaient à 1,10 de l'éclat d'une carcel.

Total : 73 » ayant ensemble une intensité lumineuse de 117 carcels 5.

On estimait l'éclairage électrique aux conditions ci-dessus indiquées et pour 22 lampes Brush, à F. 31, 168 50

Il y avait lieu de déduire le coût de l'éclairage au gaz...................... 4,438 01

Il restait comme dépense supplémentaire pour une année..................... F. 26,730 49

La mise en marche de ce nouvel éclairage devait avoir lieu le 14 juillet 1882. Cette délibération fut approuvée par M. Poubelle, préfet des Bouches-du-Rhône, le 1er juin 1882.

La Compagnie se mit rapidement à l'œuvre, et dès le 14 juillet 1882, elle avait installé :

8000 mètres de câbles-lumière.

22 lampes à arc Brush.

1 dynamo Brush de 6 foyers, actionnée par un moteur à gaz de 8 chevaux.

2 dynamos Brush de 16 foyers.

1 » » 40 »

Le tout actionné par une transmission reliée par des courroies

à un moteur à vapeur Weyher et Richmond, de 35 chevaux de force, pouvant aller à 50 chevaux.

A cette date, les stations de Tours, de Saint-Étienne, de Mildé à Paris n'existaient pas, et la Compagnie du gaz de Marseille peut donc revendiquer à juste titre d'avoir, en province, établi, la première au moins de toutes les exploitations gazières, une station électrique, marché ainsi dans la voie du progrès et cherché à connaître les conditions du nouvel éclairage qui venait faire concurrence à celui par le gaz à la houille.

Elle avait alors la canalisation électrique la plus longue connue en France, et lançait, de l'usine à gaz du Prado, l'électricité à près de 4 kilomètres.

On ajouta, vers septembre 1882, suivant décision de la mairie, 3 nouvelles lampes, ce qui portait à 25 le nombre des lampes Brush, pour éclairage public.

Plus tard, la ville voulut que cet éclairage fût étendu à la rue Beauveau (Grand-Théâtre), ce qui porta le nombre des foyers à 32 environ, et depuis la Société plaça 5 à 6 lampes chez des particuliers (cafés et magasins).

En même temps, et sur les sollicitations de l'honorable M. Cyprien Fabre, président de la Chambre de commerce, la Compagnie étudiait l'éclairage électrique des navires pour les opérations de nuit, et installa au quai des Anglais une dynamo Brush de 6 lumières, actionnée par un moteur à gaz Otto de 8 chevaux de force.

Elle éclaira surtout les vapeurs de la Compagnie nationale de navigation, qui devaient rapidement faire les aménagements voulus pour le transport des troupes au Tonkin.

Le coût de l'éclairage de nuit, y compris l'installation des câbles-lumière sur le quai et dans les vergues du vapeur, était de un franc l'heure et par lampe ; mais l'exemple de la Compagnie nationale n'a pas été suivi, sans doute, par suite de la crise intense dont souffre la navigation (avilissement considérable des frets, crise qui ne permet guère de faire des opérations rapides d'embarquement et de débarquement la nuit, toujours plus coûteuses que celles de jour).

En ce qui concerne l'éclairage électrique de la Cannebière

et de la rue Noailles, la canalisation avait été effectuée par des fils aériens de l'usine du Rouet à la rue du Vieux-Chemin-de-Rome.

Puis, de ce point, elle avait été installée dans les égouts du Vieux-Chemin-de-Rome et de la rue de Rome, jusqu'au cours Saint-Louis, et à partir de ce point souterrainement sur les rues Cannebière et Noailles.

Les canalisations électriques mises dans les égoûts donnèrent lieu à de nombreux inconvénients, pertes de courant dues à la destruction de l'enveloppe du câble par les vers, etc., etc., et la Compagnie, ne pouvant maintenir une pareille transmission, obtint, non sans difficulté, de la mairie de continuer sa canalisation aérienne du Prado par le cours Lieutaud, et aborda ainsi le haut de la rue Noailles.

La force électro-motrice des dynamos Brush était de 1,800 volts environ, et l'intensité du courant était de 9 à 10 ampères.

Cet état de choses dura jusqu'en juin 1885. A cette date, la municipalité, à la tête de laquelle était M. Allard, voulut réaliser des économies et supprimer l'éclairage électrique qu'elle considérait comme un éclairage de luxe.

La Compagnie, pour entrer dans les vues de la ville, offrit, pour le maintien de l'éclairage électrique, un rabais de 30 p. 0/0, qui ramenait le prix de l'éclairage par heure et par lampe à 52c 5 au lieu de 75c, et, grâce à cette réduction, l'éclairage électrique fut maintenu sur les rues Cannebière et Noailles jusqu'à ce jour.

Cette limite se rapproche sensiblement de celle faite à la ville de Milan par la Compagnie Milanaise d'électricité pour les lampes Thomson-Houston.

F. 1,000. — Mille francs par an pour chaque lampe brûlant jusqu'à minuit, environ 1,985 heures 40.

F. 1,700. — Dix-sept cents francs par an pour chaque lampe brûlant jusqu'au jour, environ 3,869 heures.

Soit : F. 0 50 par lampe à arc et par heure dans le premier cas,

Et fr. 0 428 par lampe à arc et par heure dans le second.

Depuis le commencement de cette année et suivant accords nouveaux avec la Ville, les 25 lampes à arc Brush, qui avaient des intermittences de lumières, devenues moins fréquentes, toutefois depuis l'adjonction à la station de la rue Pavillon d'un régulateur Brush, ont été remplacées par un pareil nombre de lampes Thomson-Houston, et une dynamo Thomson-Houston de 30 lampes a été, si je ne me trompe, installée à la station centrale, rue Pavillon.

Des candélabres analogues à ceux de Milan ont été posés ; ils supportent 2 becs de gaz, et au-dessus une lampe Thomson-Houston.

La Compagnie n'a pas imité l'exemple des États-Unis, où les lampes à grande puissance sont placées au milieu des voies, supportées par des pylônes de chaque côté et à une hauteur de 8 à 10 mètres; aussi une grande partie de la lumière est-elle inutilisée aux rues Cannebière et Noailles, et éclaire les façades des maisons du côté où les lampes sont placées, au détriment de la voie et du trottoir opposé.

On objecte l'aspect disgracieux des pylônes ; mais on peut, je crois, facilement remédier à cet inconvénient en les décorant.

Les candélabres mis sur la Cannebière pour supporter les becs électriques sont très décorés, et analogues, dit-on, au modèle adopté en Italie, à Milan. Le prix de l'éclairage n'a pas varié et a été maintenu à 0,525 par lampe et par heure. — On peut estimer que le changement de système dynamo, lampes Thomson-Houston, candélabres entièrement mis à la charge de l'entrepreneur, a coûté à la Société du gaz de 35 à 40,000 fr. au moins.

En mars 1886, en présence de concurrences éventuelles pour l'électricité et des difficultés d'exploitation, qui résultaient de l'éloignement de l'usine du Rouet au centre du périmètre éclairé, la Société du gaz prit la décision de fonder une station électrique près le voisinage de la Cannebière et s'est établie rue Pavillon, n° 33.

La cour de cet immeuble avec ses dépendances, ayant plus de 300 mètres carrés, a été convertie en station électrique.

Les dynamos Brush de l'usine du Prado y ont été transportées et sont actionnées par un moteur vertical Lecouteux et Garnier, d'une force de 60 chevaux environ, avec une vitesse de 250 à 300 tours.

Les dynamos Brush marchaient avec une vitesse de 750 tours environ. C'est maintenant, comme nous l'avons vu plus haut, des dynamos Thomson-Houston qui les remplacent. Deux dynamos Edison de 400 lampes de 16 bougies, actionnées, chacune au moyen de courroies, par deux machines Lecouteux et Garnier de la même force que ci-dessus, 60 chevaux environ.

Les dynamos Edison font mille tours à la minute.

Il y aurait donc, en tout, à la station de la rue Pavillon, une force motrice d'environ 200 chevaux, plus une machine Compound Stapfer de Duclos, de Marseille, de 50 chevaux.

La Société du gaz a construit cette station avec le plus grand soin en s'inspirant des données les plus récentes.

La canalisation pour incandescence et câbles de distribution de la maison Menier, a été mise dans des cuvettes en ciment de la Porte-de-France. Elle a été installée, comme dimension, comme disposition, à peu près dans les mêmes conditions qu'à Saint-Étienne.

Elle peut desservir l'ilot borné par la rue Pavillon, la rue Paradis, la Cannebière et le cours Saint-Louis. Depuis, on a fait une canalisation spéciale pour aller de la rue Pavillon au Grand-Théâtre. Cette canalisation se compose de 4 lames de cuivre rouge de 15 à 18m/m de diamètre, enfermés dans des tuyaux Chameroy, bitumés intérieurement; ces lames de cuivre sont noyées dans des boîtes en ciment remplies de matière isolante.

L'importance de la station de la rue Pavillon peut être portée à 4,000 lampes en l'aménageant convenablement.

La vapeur est fournie aux moteurs par deux générateurs Belleville, avec leurs pompes alimentaires, pouvant ensemble fournir, à la pression de 12 kilogrammes, la vapeur nécessaire à 250 chevaux-vapeur environ; la place a été réservée pour mettre encore deux générateurs.

La canalisation par arc, avec câbles Brush souterrains, dessert la rue Cannebière et la rue Noailles, jusqu'aux allées de Meilhan, ainsi que la rue Beauvau.

Voici les conditions faites par la Compagnie du gaz pour l'éclairage électrique particulier.

	Redevance fixe mensuelle. par lampe.	Taxe de consommation par heure.
Lampe de 8 bougies F.	1 »	2 cent. 5
» 10 »	1 25	3 »
» 16 »	1 75	4 »

Le prix du gaz à Marseille est de 33 cent.

Nous avons, en faisant les mêmes comparaisons que précédemment :

	Lampe électrique de 10 bougies.	Bec Bengel de 105 litrès
Pour un éclairage moyen de 1,000 heures par an, y compris les frais accessoires.. F.	48	38 65
Pour un éclairage moyen de 2,000 heures par an	78	73 »
Pour un éclairage moyen de 3,000 heures par an (c'est celui, par exemple, des boulangers)..................	108	107 75

Dans le premier cas, l'éclairage électrique coûterait environ 20 0/0 de plus; dans le second cas, 6 0/0 de plus; dans le troisième cas, il y aurait parité.

Ainsi, lorsqu'un éclairage a une durée considérable dans l'année, l'électricité arrive à la parité, ce qui s'explique par ce fait, que l'influence de la redevance fixe varie en raison inverse de la durée de l'éclairage.

Il faut dire aussi que l'électricité, au point de vue de l'abonné, présente cet avantage, qu'il n'a pas besoin de régler sa lampe ; il n'en est pas de même d'un bec de gaz.

Ainsi, par exemple, le bec Bengel, d'une intensité lumineuse d'une carcel type, consomme 105 litres sous une pression constante de 2 à 3 millimètres d'eau.

Cette pression constante n'existe jamais chez les abonnés et est toujours de beaucoup supérieure (environ dix fois plus grande en moyenne).

Or, toutes choses égales, la consommation étant proportionnelle à la pression, on comprend bien qu'un bec Bengel, d'une intensité d'une carcel placé chez un abonné, consomme beaucoup plus que dans un laboratoire.

L'abonné, en admettant même qu'il sache bien se servir du gaz consommé (ce qui est un cas rare), et qu'il munisse son Bengel d'un régulateur, aura le plus souvent, s'il ne veille pas d'une façon constante à ses appareils, une consommation supérieure à 105 litres; il sera mieux éclairé ; mais s'il n'a besoin que d'une intensité lumineuse de 10 bougies, dans le cas de l'électricité, l'augmentation de lumière ne l'inquiétera pas et sa dépense argent pour luminaire restera constante; dans le cas du gaz éclairage, à un accroissement de lumière, dont il n'aura pas besoin, correspondra une augmentation de dépense forcée pour lui, à moins qu'il ne consacre une partie de son temps à surveiller son éclairage ; or, « time is money, » comme vous le savez.

Il en résulte que si l'on peut, au point de vue exact du laboratoire, formuler et établir des comparaisons, il n'en est pas de même dans la pratique pour l'abonné.

Il faut cependant ajouter, comme contre-partie de ce qui précède, que, dans le cas où la lampe électrique de 16 bougies n'en donnera, par exemple, que 14 à 12, l'abonné paiera la même somme, ce qui n'est pas le cas dans l'éclairage au gaz.

Une excellente innovation pour les Compagnies de gaz serait :

1° D'avoir des verres de bec Bengel bien calibrés avec des marques abrégées, indiquant la consommation du bec suivant la hauteur de la flamme, hauteur variant en raison directe de la pression et du pouvoir éclairant. Le client serait averti ainsi ostensiblement de sa consommation ;

2° Chaque abonné devrait recevoir une instruction bien faite, indiquant le meilleur mode de brûler le gaz, les précautions à prendre, les meilleurs brûleurs connus, leur emploi pratique et réel, leur coût, l'usage raisonné du compteur, ce qu'il y a lieu

de faire, lorsque des extinctions se produisent, et sont dues à des causes auxquelles pourrait parfaitement remédier le client, sans déranger les employés de la Société. En un mot, opérer comme le fait la Compagnie des Poëles Chouberski, qui remet à chaque acheteur une notice lui indiquant la construction de cet appareil et les règles à suivre pour son emploi.

Les Sociétés gazières auraient un gain réel à agir ainsi.

La Société du gaz de Marseille éclaire depuis deux ans le café Velten, sur la Cannebière, environ 130 becs.

Elle a également fait, dans les derniers mois de 1887, l'installation, au Grand-Théâtre, de l'éclairage électrique de la scène qui comporte environ 308 lampes dont :

20	ayant une intensité	de 32	bougies.
248	»	de 16	»
41	»	de 10	»
309			

Les journaux de Marseille ont fait connaître les accords avec la ville.

La répartition des lampes sur la scène est la suivante :

Scène : herses, 142 lampes de 16 bougies.
» portants, 40 dont moitié à 16 bougies, moitié à 32.
» rampe, 53 lampes de 16 bougies.
» orchestre, 29 lampes de 10 bougies.

Dépendances (direction, loges de danseuses, escaliers), 40, dont 12 de 10 bougies, 28 de 16 bougies.

Si je ne me trompe, l'installation de ces lampes électriques, en se servant des supports des becs de gaz, aurait été faite pour une somme à forfait de fr. 20,000.

Deux batteries d'accumulateurs de sûreté sont destinées à parer à une défaillance momentanée et courte du courant électrique envoyé de la rue Pavillon.

La durée du traité est de dix ans. Faculté est laissée à la ville de résilier au bout de cinq ans.

La fourniture de ce courant est faite pour une représentation de cinq heures, au prix de 75 francs.

En admettant qu'il faille fournir en moyenne 250 lampes à 16 bougies par heure, car tous les becs électriques ne fonctionnent pas ensemble, on aurait un prix, par lampe et par heure, de 0 fr. 06. C'est à peu près le prix des particuliers ayant une durée d'éclairage de mille heures par an.

La Société du gaz a, d'après les indications des journaux de la localité, fait à la ville de Marseille la faveur suivante : elle s'est engagée à effectuer l'éclairage de la salle par le gaz et de la scène par l'électricité à un prix à forfait de 115 francs, avec majoration ne devant pas dépasser cinq pour cent.

Si l'on déduit 75 fr., prix de l'éclairage électrique, il reste 40 à 46 francs pour la consommation du gaz de la salle et dépendances, estimée à 240^{mc}.

C'est donc du gaz livré à la ville à 17 cent. environ, alors que, jusqu'à cette date, le gaz était payé par la ville 33 cent., suivant une clause spéciale du cahier des charges.

La ville de Marseille laisse à la charge de la Société, pour ce prix à forfait, toutes les dépenses d'installation, chaudières, moteurs, dynamos, canalisation, ainsi que les accumulateurs mis dans le théâtre pour parer à une extinction.

La Société du gaz de Marseille a également installé, au boulevard du Musée, une station électrique pour l'éclairage du Gymnase ; cette station comporte, sauf erreur de mémoire, 2 moteurs à gaz Otto horizontaux, de 12 chevaux de force, et 2 dynamos Edison, de 200 lampes de 16 bougies.

L'installation intérieure du Gymnase comporte 300 à 350 lampes Edison, de 10 à 20 bougies, et a été effectuée par les soins de la Compagnie.

L'éclairage serait payé à forfait (si mes renseignements sont exacts), une somme de 72 francs par représentation au maximum de 5 heures, prix qui comprend non seulement la fourniture du courant électrique, mais encore l'amortissement de l'installation électrique intérieure du théâtre du Gymnase, qui devient, au bout de dix ans, la propriété du directeur du Gymnase.

Si l'on admet que cette installation, faite la nuit, en grande hâte, ait coûté, avec les accumulateurs voulus, établis au

Gymnase, pour parer aux défectuosités de l'éclairage électrique, environ vingt mille francs, l'amortissement pour 2,000 représentations pendant dix ans serait de 13 fr. environ, en comprenant l'intérêt et l'amortissement du capital dépensé.

Il resterait dans ces conditions 59 fr. pour cinq heures d'éclairage pour une moyenne de 230 lampes de 16 bougies en marche, soit environ cinq centimes par lampe et par heure.

La Société a pris à sa charge le remplacement des lampes usées, tous les frais nécessaires pour la station, moteurs, dynamos et accumulateurs dans le théâtre pour fournir et assurer l'éclairage, etc.

Divers établissements, tels que le café de la Cascade, qui a 100 lampes à incandescence; le Palais-de-Cristal, qui est éclairé par des lampes à arc, ont également une partie de leur éclairage à l'électricité fourni par la Compagnie du Gaz.

Elle a également installé aux Chartreux l'éclairage électrique de l'usine de sulfure de carbone de la Société Marseillaise, ancienne Société Deiss et C°.

Le moteur de 8 à 10 chevaux-vapeur sort des ateliers de M. Stapfer de Duclos.

La dynamo de 50 lampes est Compound, système Crompton.

Les lampes à incandescence sont du système Edison.

Dans une partie des ateliers, certaines dispositions ont dû être prises pour éviter l'inflammation et l'explosion des gaz, dégagés par les appareils ; aussi les lampes Edison ont-elles été placées dans des verrines contenant de l'eau.

La Société Marseille-Électricité, ainsi que la Société Gramme, de Paris, ont fait à Marseille l'installation de divers établissements, tels que : Raffineries de la Méditerranée, cercle Puget, Petit-Cercle, Prunet (quincaillerie), huilerie Paranque, imprimerie *Radical*, savonnerie Eydoux, tonnellerie Bouis, minoterie Caramano ; je dois dire que, néanmoins, ces divers établissements consomment encore une certaine quantité de gaz, soit pour parer à des extinctions de la lumière électrique, soit pour d'autres usages.

Le théâtre des Variétés à Marseille est éclairé totalement

par 460 lampes à incandescence, dont environ moitié à 10 bougies, moitié à 16 bougies; la force motrice se compose de 2 machines à vapeur, Davey Paxman et C°, faisant ensemble 35 chevaux de force, avec une pression de 5 atmosphères et demie, marchant à 135 tours. — Les cylindres ont 40 centimètres de longueur sur 20 centimètres de diamètre. Les volants des machines servent de poulies, et sont reliés par des courroies à 2 dynamos Gramme-Compound, pouvant développer un courant de 300 ampères ensemble au maximum, et une force électro-motrice de 105 à 110 volts ; 3 générateurs tubulaires (système Terme et Dessarbe), constructeurs Davey Paxman et C°, marchant à 6 atmosphères et pouvant donner ensemble 100 chevaux de force, alimentés par deux Giffards indépendants et un petit cheval.

En marche normale, il y a 300 lampes de 10 et de 16, soit un courant électrique de 200 ampères au maximum.

On paie, y compris les frais d'amortissement, si nous ne nous trompons, 50 francs par journée de 5 heures, soit l'ampère-heure à 5 centimes, ce qui paraît excessivement bas, puisque ce prix comprend l'amortissement du capital dépensé.

Il y a trois hommes employés : un électricien et deux hommes pour les machines et chaudières.

Les lampes à arc de la façade sont alimentées par un moteur et une dynamo spéciaux.

M. Gillibert, qui cherche depuis longtemps à établir une station d'électricité à Marseille, a, dans ces derniers temps, établi, rue Curiol, 23 une station d'électricité assez importante.

Le terrain, d'une altitude assez élevée par rapport à la Cannebière, a été excavé à une grande profondeur pour permettre de placer à différents étages les condenseurs, chaudières, moteurs, arbres de transmission et dynamos, disposition nécessitée par la place dont on disposait, environ 350 mètres carrés.

Cette station se compose actuellement de 2 chaudières Balbcok et Wilcox ayant une puissance de 200 chevaux chacune environ, donnant de la vapeur à 7 kilogrammes de pression.

2 machines à vapeur (Piguet, de Lyon, constructeur, système Duvergier, à condensation), le vide est égal à 60 centimètres de mercure. Ces moteurs peuvent produire chacun 150 à 200 chevaux de force à la pression de 5 atmosphères et demie, et une vitesse de 65 tours.

On pourrait notablement augmenter leur force avec une pression plus élevée et une vitesse plus grande.

Le plancher de ces machines est d'environ 3 mètres au-dessus de celui de la salle des générateurs de vapeur, située à droite en regardant la rue.

Des poulies calées sur l'arbre des machines sont reliées par des courroies aux pompes à air ; le volant de chaque machine fait l'office de poulie et est relié par une large courroie à un arbre horizontal de transmission, placé sur des paliers à une hauteur d'environ 3 mètres au-dessus du plancher des moteurs.

Cet arbre, qui règne sur toute la longueur de la salle des machines, est relié par des poulies et courroies à 3 dynamos Gramme qui peuvent satisfaire chacune à 400 ampères, avec une force électro-motrice de 98 volts à 100 volts.

Chaque dynamo peut donc alimenter 800 lampes de 10 bougies (une lampe de 10 bougies est estimée prendre un demi-ampère), soit 2, 400 lampes.

Dans la salle des machines, on a disposé, du côté de la rue, des piliers élevés, qui peuvent recevoir également un arbre de transmission pour le cas où l'on voudrait s'étendre.

La force motrice actuelle étant de 400 chevaux, on voit que l'usine pourrait installer 5 nouvelles dynamos Gramme de 400 ampères et 100 volts, soit une puissance d'augmentation de 4,000 lampes de 10 bougies ; ce qui porterait à 6,400 lampes la puissance de cette station. Les dynamos n'ont pas été bien installées, elles sont dans un espace restreint, peu commode pour le service.

La place a été ménagée pour mettre deux nouvelles chaudières de 200 chevaux chacune, et une machine à vapeur de 250 chevaux.

La station pourrait donc contenir dans l'avenir 4 générateurs, ensemble 800 chevaux de force.

La force motrice serait de 700 chevaux environ pouvant alimenter 8 machines Gramme de 500 lampes et 3 machines Gramme de 1,000 lampes, soit en totalité 7,000 lampes à incandescence de 16 bougies, ou bien 11,200 lampes à 10 bougies.

L'arbre de transmission est muni de manchons d'embrayage permettant de faire marcher les dynamos par un moteur ou par l'autre ou par les deux simultanément.

Il porte pour chaque dynamo deux poulies, une fixe et une folle, de façon à donner ou interrompre le mouvement.

Ainsi que je l'ai déjà dit, les moteurs marchent avec une faible vitesse, 65 tours environ par minute, les dynamos ont une vitesse de 600 tours.

La disposition de poulies folles et de manchons d'embrayage sur un arbre intermédiaire de transmission est très heureuse, en ce sens qu'elle rend indépendants les moteurs et les dynamos Gramme.

La Compagnie du gaz, par suite des proportions du terrain occupé par elle, ne l'a pas employé à sa station de la rue Pavillon. Chaque moteur à vapeur Lecouteux et Garnier commande une dynamo, de telle sorte que, si le moteur est en réparation, la dynamo est immobilisée, et réciproquement.

C'est là un grave inconvénient, qui oblige, en résumé, à avoir une force motrice en jeu plus considérable. — Dans la rue Pavillon, le défaut de place a obligé de mettre les moteurs presque en face des générateurs Belleville, à 2 mètres de distance. Cette proximité est un inconvénient par suite des accidents éventuels (entraînement d'eau par la vapeur produisant des coups d'eau, projection de tampons des tubes de la chaudière, etc.); et par suite des poussières qui accompagnent le chargement des foyers, leur ouverture, poussières qui s'infiltrent dans les organes des machines et leur nuisent. Il vaut mieux séparer nettement le massif des chaudières de celui des moteurs, comme on l'a fait à la rue Curiol.

Il est vrai d'ajouter que, d'un autre côté, dans la station de la rue Pavillon, tout est sur le même niveau; de là, une sur-

veillance beaucoup plus facile et une diminution de main d'œuvre.

Au-dessus du bâtiment des machines, à la station de la rue Curiol, on a installé un réfrigérant de 6 à 7 mètres de haut et un bassin pour l'épuration des eaux.

Des pompes remontent l'eau du condenseur au sommet du réfrigérant; de là, l'eau tombe par filets dans 4 bassins d'une contenance chacun d'environ 40 mètres cubes.

Les chômages du canal ont rendu ces bassins nécessaires.

Les lampes à incandescence employées par M. Gillibert sont des lampes Swan; la salle des machines est éclairée par des lampes Cance.

Vous avez vu comme moi, dans les journaux de la localité, que, depuis le 27 juin, la Société Marseille-Électricité considérant sa station comme terminée, est en instance auprès des Administrations compétentes pour obtenir de placer des câbles-lumière sous le sol des voies publiques. J'estime qu'on a dû dépenser pour cette station près de 300.000 fr. environ.

La gare de Marseille-Saint-Charles est éclairée en partie par l'électricité; l'usine électrique se compose de : un moteur demi-fixe de Weyher et Richmond, de 35 chevaux de force, ayant une vitesse de 90 tours; il est relié par ses deux poulies servant de courroies, à un arbre de transmission sur lequel sont placées des poulies folles et des poulies fixes.

Deux machines à courant alternatif, système Lontin de Mersanne, ayant une vitesse de 460 tours et excités par deux machines à courant alternatif du même système, donnent le courant électrique de 22 ampères dans douze circuits servant à 36 lampes de Mersanne, il y a 3 lampes par chaque circuit, soit, en tout, 12 circuits.

Il y a là une plus grande sécurité, puisqu'il y a un circuit complet par 3 lampes; mais on voit quelle canalisation électrique considérable pour un nombre de lampes déterminé peu important.

Les crayons dans les lampes de Mersanne sont horizontaux, et au fur et à mesure qu'ils s'usent, ils sont ramenés l'un vers l'autre en roulant sur des galets au moyen d'un mouvement

d'horlogerie, dont la marche est régularisée par un électro-aimant mis en communication avec le courant.

Les lampes de Mersanne sont supportées, dans la cour d'arrivée et sur les voies, par des pylônes de 12 mètres de haut environ; dans la salle de départ et d'arrivée des voyageurs, elles sont supportées, sous la toiture, par des câbles reliés à un treuil, qui permet de les faire descendre et monter, suivant les besoins du service.

L'installation de la gare existe depuis six à sept ans et les machines-moteurs, malgré un travail considérable, sont encore en parfait état et n'exigent pas de réparations.

Station électrique de Manosque.

Nous donnerons également un exemple d'installation d'électricité dans une ville d'une importance secondaire de 6000 habitants environ, comme Manosque (Basses-Alpes).

Cette ville est éclairée depuis janvier 1888 à l'électricité au moyen de lampes à incandescence.

L'éclairage de la ville était antérieurement effectué par le pétrole.

La municipalité ne pouvait songer à l'éclairage au gaz, à cause des rues tortueuses et étroites de cette ville ancienne, et de l'existence de caves situées dans presque toutes les maisons sous la voie publique.

L'éclairage à l'électricité avec canalisation aérienne s'imposait, à moins de conserver celui au pétrole, qui présentait des inconvénients.

L'installation de Manosque se compose d'une chaudière à foyer démontable intérieur, système Thomas et Laurens à retour de flamme d'une surface de chauffe de 45 mètres carrés et de 1 mètre de surface de grille.

Une machine à vapeur de la force de quarante chevaux, du type dit à bayonnette, avec un cylindre à enveloppe de vapeur, une détente Rider variable et un volant de trois mètres de diamètre, servant de poulie de commande pour la transmission de force motrice à la dynamo.

Cette machine à vapeur a une vitesse normale et régulière de 95 à 96 tours. La chaudière et la machine sortent des ateliers de M. Aubert, constructeur, 4 et 6, rue Claude-Vellefaux, à Paris.

Une machine dynamo électrique, système Thury, type H 2, de la maison Cuénod Sautter et Cie de Genève (Suisse), capable d'alimenter quatre cents lampes à incandescence de 16 bougies et donnant une intensité de 225 ampères avec une force électromotrice de 110 volts ; la vitesse de cette dynamo est de cinq cents tours à la minute, elle est bien construite, autoexcitatrice, avec le double enroulement dit Compound, qui permet d'obtenir une tension constante aux bornes de la machine ou dans le réseau de distribution.

Conduite tout d'abord par des mains inexpérimentées, elle a résisté à beaucoup d'accidents.

J'ai pu observer pendant un certain temps la marche de cette dynamo, et ai trouvé les avantages suivants : vitesse réduite, 500 tours contre mille à douze cents tours dans les dynamos Edison, une très faible résistance intérieure, absence presque complète d'étincelles au balai, rendement très élevé, 95 pour 0/0, grande marge dans le débit, qui permet, avec des soins spéciaux, de produire 25 0/0 en plus, c'est-à-dire, qu'elle peut passer de 225 à 280 ampères. Enfin, disposition très compacte et construction au point de vue mécanique et électrique très soignée. Le coût de ces machines est un peu élevé. Il serait à désirer que les constructeurs pussent le diminuer, sans cependant altérer la bonté de leurs machines.

Conducteurs. — Les conducteurs placés le long des façades des maisons, avec des dispositions particulières, pour ne pas gêner le service des monte-charges (à Manosque, chaque maison a un monte-charge), les conducteurs, dis-je, sont en cuivre nu.

Il y a un circuit principal, qui constitue un véritable réseau d'alimentation sur lequel se branchent 23 circuits dérivés. Les lampes de Khotinsky de Rotterdam, de l'éclairage municipal, et celles de l'éclairage particulier sont toutes placées en dérivation. Le circuit principal est compensé, c'est-à-dire que le courant de chaque lampe se trouve avoir à parcourir la même longueur totale de câbles.

Les cables d'aller et de retour ont au départ une section de 200 millimètres carrés.

Le circuit principal pourrait facilement supporter l'éclairage de 250 lampes de 16 bougies } système de Khotinsky
250 id. de 10 bougies }

La résistance du câble est de 0 ohm 08 en supposant 960 mètres pour la longueur totale du circuit principal.

Un simple calcul démontre qu'avec les cinq cents lampes ci-dessus indiquées, on aurait une perte en volts de 18 volts. Actuellement. avec une force électro-motrice de 110 volts, au départ de la station, on constate à la dernière lampe de tout le réseau, c'est-à-dire la plus éloignée de la station, une force électro-motrice de 100 volts; soit une perte de 10 volts, avec une marche des 316 lampes actuelles, prenant un courant d'environ 204 ampères.

La perte de charge est de :

30 à 60 volts à Bellegarde.

40 à 80 id. à la Roche-sur-Foron.

103 volts à Modane.

La canalisation à Manosque est donc placée dans de bonnes conditions.

Le câble de 200 millimètres carrés est composé de quatre fils de huit millimètres de diamètre et de 50 $^m/_{m^2}$ de section.

La section du câble (aller et retour) va en décroissant de 200 $^m/_{m^2}$ à 20 $^m/_{m^2}$.

Voici la série de ces câbles du circuit principal.

1° 4 fils de 8 $^m/_m$ de diamètre de 50 $^m/_{m^2}$	=	200 $^m/_{m^2}$
2° 3 fils de 8 $^m/_m$ de diamètre de 50 $^m/_{m^2}$	=	150 $^m/_{m^2}$
3° 2 fils de 8 $^m/_m$ de diamètre de 50 $^m/_{m^2}$	=	100 $^m/_{m^2}$
4° 1 fil id id		50 $^m/_{m^2}$
5° 1 fil de 6 $^m/_m$ de diamètre		30 $^m/_{m^2}$
6° 1 fil de 5 $^m/_m$ de diamètre		20 $^m/_{m^2}$

Les circuits dérivés ont les sections et diamètres suivants :

Nombre de fils	Diamètre	Section
2	8 $^m/_m$	100 $^m/_{m^2}$
2	6 $^m/_m$	56 $^m/_{m^2}$
2	5 $^m/_m$	40 $^m/_{m^2}$
1	5 $^m/_m$	20 $^m/_{m^2}$
1	4 $^m/_m$	13 $^m/_{m^2}$

Nombre de fils	Diamètre	Section
1	3 m/m	7 m/m2
1	2 m/m	3 m/m2

Il y a en tout :

Fils câblés (circuit principal et dérivé) 2.540 m. pesant environ	2,228 k°s
Fils smples (circuit principal et dérivé) à 8105 m. pesant environ	843 k°s
TOTAL.....	3,071 k°s

Les lampes pour l'éclairage de la ville sont à incandescence et au nombre de 95 ayant un pouvoir éclairant de 16 bougies, 6 ayant un pouvoir éclairant de 50 bougies. En plus de ces cent lampes, il y a chez les particuliers 216 lampes de 16 et 20 bougies du système Edison, Swan et en majorité Khotinsky ; l'éclairage électrique s'est rapidement répandu chez les habitants de cette petite ville.

On peut estimer ainsi le coût de cette station électrique, qui peut satisfaire environ à 450 lampes Khotinsky de 16 bougies :

Chaudière et machinerie	16,500 fr. 00
Dynamo, Rhéostat, tableau de distribution....	6,500 fr. 00
Canalisation en cuivre nu y compris le montage, soudures, etc., etc	12,600 fr. 00
Canalisation en cuivre isolé	100 fr. 00
Isolateurs en porcelaine, supports, consoles en fer, etc. etc	1,350 fr. 00
Lampes (cent) de Khotinsky	500 fr. 00
Divers travaux de menuiserie et autres......	1,000 fr. 00
TOTAL.....	38.550 fr. 00

Pour une installation faite dans un bâtiment loué pour un certain temps, cette station aurait besoin, pour être complétée, d'avoir une dynamo et une machine à vapeur comme matériel de rechange; il faudrait donc dépenser encore... 22,000 fr.
soit avec les.................................. 38,550 fr.
déjà indiqués un total de...................... 60,550 fr.

Pour un total de 450 lampes, c'est 134 fr. par lampe, ce qui est économique en l'espèce, bien qu'il n'y ait ni terrain ni frais de bâtiment.

Les conditions du cahier des charges de la concession pour une durée de 50 ans sont les suivantes :

Six mille francs pour l'éclairage de quatre-vingt-dix lampes de 16 bougies et cinq lampes de 40 bougies, qui fonctionnent jusqu'à deux heures du matin.

Les lampes de 10 bougies servant à l'éclairage des hospices, du bureau de bienfaisance, de l'hôtel de ville, écoles communales actives sont payées 25 francs par lampe et par an. Le prix de l'abonnement pour l'éclairage particulier est de :

8 fr. par mois pour une lampe de 16 bougies ;

6 fr. par mois pour une lampe de 10 bougies ;

5 fr. par mois pour une lampe de 8 bougies, et cela pendant la durée de l'éclairage public.

Si l'éclairage de l'abonné a lieu au moyen de compteurs, le prix fixé par heure et par lampe est de cinq centimes et demi pour seize bougies, quatre centimes pour dix bougies, et trois centimes et demi pour huit bougies. A la fin de la concession de l'usine, tous les appareils dynamo, lampes, conducteurs, machines à vapeur, chaudières, seront la propriété de la ville qui, en retour, s'est engagée à donner une contribution de vingt mille francs au concessionnaire, dix ans après la réception de l'usine. Telles sont les conditions extrêmement réduites, faites par le concessionnaire, conditions qui ne doivent laisser que peu de bénéfice, à moins de conduire l'affaire avec une extrême économie. L'éclairage jusqu'à deux heures du matin représente pour la ville un total de 278,700 heures d'éclairage, pour l'ensemble des appareils municipaux.

On a pour le prix de l'heure : $\frac{6{,}000 \text{ fr.}}{287{,}700} = 2$ c. 15

Deux centimes 15 ce qui est extrêmement réduit.

En effet, en admettant que la lampe Khotinsky de 16 bougies prennent 0.54 ampères, on a environ 4 centimes pour l'ampère.

En ce qui concerne l'éclairage particulier, l'abonnement de

8 fr. par mois pour une lampe Khotinsky de 16 bougies représente 96 fr. par an pour une durée de 2,719 heures, soit 6 c. 5 par ampère, et 7 c. l'ampère pour les autres lampes.

Un bec municipal, papillon en stéatite, consommant 200 litres à l'heure à l'air libre, utilise mal la puissance éclairante du gaz et a l'éclat de 1,72 d'une lampe Carcel type brûlant 42 grammes à l'heure (soit l'éclat de 17 bougies 2) ; pour 16 bougies d'intensité lumineuse, ce bec consommerait 186 litres.

Le prix du gaz, pour éclairer dans les mêmes conditions que les lampes à incandescence de Manosque, serait donc de :

$\frac{2 \text{ c. } 15}{186} \times 1{,}000 = 11$ c. 5, soit onze centimes et demi.

Ainsi, la ville de Manosque est éclairée à un prix bien inférieur à celui pratiqué pour les grandes villes éclairées au gaz : quant aux particuliers, si nous comparons le prix à forfait pendant la durée de l'éclairage municipal, 'on a pour la lampe électrique de 10 bougies équivalente comme intensité lumineuse à un bec de gaz de 105 litres (type de bec Bengel) :

72 fr. pour 2,719 heures, soit $\frac{72}{2719} = 2$ c. 6.

soit pour 105 litres de gaz = 2 c. 6 et par mètre cube = 24 c. à 25 c. : si l'on prend au contraire le prix de la lampe de même importance avec un compteur (quatre centimes par heure et par lampe), on a pour le gaz le prix de : 38 c. le mètre cube.

Le concessionnaire a donc tablé pour les becs à abonnement mensuel fixe sur ce fait : que les abonnés à Manosque, sauf les cafés, éteignent à 10 heures du soir au lieu de 2 heures du matin, comme cela serait leur droit.

Diverses petites villes, comme Pertuis (Vaucluse) et Roquevaire (Bouches-du-Rhône) sont éclairées à l'électricité à des conditions à peu près analogues.

La force motrice est donnée par l'eau, et, dans cette dernière localité, l'éclairage a été combiné avec une exploitation de meunerie et se fait ainsi dans des conditions très économiques.

Je terminerai ce paragraphe en indiquant les conditions faites

Station de Perpignan.

à la ville de Perpignan par M. Bartissol, ingénieur civil; suivant cahier des charges, adopté par la municipalité.

35 francs par soirée pour le théâtre, pour 273 lampes dont

	167 lampes à 10 bougies.
	61 lampes à 16 bougies.
	45 id. à 20 id.
TOTAL......	273 lampes donnant 3546 bougies.

L'éclairage des répétitions est gratuit. On peut donc admettre que l'éclairage du théâtre a lieu pour 200 lampes en moyenne brûlant 5 heures, soit 7 fr. par heure, soit 3 c. 5 par lampe de 13 bougies et par heure.

L'éclairage particulier a été fixé à :

4 c.	par heure	et par	lampe	de	10	bougies.
6 c.	id.	id.	id.	id.	16	id.
7 c.	id.	id.	id.	id.	20	id.

pour les installations alimentées par un compteur.

Les conditions d'abonnement à forfait sont :

1° Eclairage jusqu'à 10 heures, 3 fr. 50 par mois et par lampe à incandescence de 10 bougies;

2° Eclairage jusqu'à minuit, 6 fr., par mois même lampe;

3° Eclairage toute la nuit, 8 fr. id. id. même lampe.

Cette dernière condition se rapproche de celle de Manosque.

Dans le cas où, pendant la durée du traité (30 ans), la ville pourrait éclairer ses rues à l'électricité, le prix pour une lampe à incandescence de 16 bougies serait le suivant :

2 c. par lampe et par heure; la lampe devra donner le même pouvoir éclairant qu'un bec de 200 litres, ce qui reviendrait à du gaz à 10 c. le mètre cube.

Le prix de la lampe électrique, avec compteur, de 4 c. pour une intensité d'une Carcel reviendrait à du gaz à 38 c.; celui de la même lampe par abonnement jusqu'à minuit (soit un éclairage de 2.000 heures par an) reviendrait à du gaz à 36 c.

Le cahier des charges de Perpignan est donc, somme toute, avantageux.

Stations électriques de Paris.

A Paris, il existe quelques stations naissantes. La station des Panoramas éclaire le théâtre des Variétés et quelques cafés des environs; elle est établie dans une des caves de la rue Montmartre, dépendant de l'établissement des bains Philippe. Elle possède deux machines à vapeur verticales à grande vitesse, chacune de 70 chevaux, deux générateurs multitubulaires, trois dynamos Gramme, dont deux à courant continu, une à courants alternatifs et une batterie d'accumulateurs.

Elle peut fournir en marche 1,500 lampes à incandescence de 10 bougies, et appartient à la Société de l'éclairage électrique. MM. Mildé et Cie ont fondé une autre station : celle de la Cité Bergère. Elle alimente 1,400 lampes dans un îlot limité par la rue Drouot, la rue du Faubourg-Montmartre, le boulevard Montmartre et la rue Grange-Batelière.

Son matériel se compose de : 2 locomobiles de 60 chevaux, 4 dynamos Gramme supérieures, 120 accumulateurs.

L'usine fonctionne jour et nuit.

Les conducteurs sont aériens et passent au-dessus des maisons ; ils sont formés par une tresse de fils de cuivre ayant une section de 75 millimètres carrés.

La Compagnie prend à forfait l'installation des lampes au prix de 25 fr. par lampe, ou bien d'après un tarif déterminé.

Le prix de l'ampère-heure est de 16 centimes, et la Compagnie s'engage à donner par ampère-heure 33 bougies. Ce dernier chiffre paraît élevé; car, à Milan, on copmte un ampère et demi pour 32 bougies.

La lampe-heure de 10 bougies coûterait donc 4 cent. 8.

Chaque client paie un abonnement annuel de 4 fr. pour frais d'entretien, et le remplacement des lampes usées coûte 4 fr.; chaque lampe est garantie mille heures.

Si nous faisons les mêmes calculs que précédemment, pour comparer avec le bec à gaz Bengel pour une durée de mille heures dans l'année, on a :

Lampes électriques, 10 bougies par mille heures	F. 48 »	Fr. 56 »
Entretien	4 »	
Remplacement de la lampe	4 »	

Bec à gaz Bengel de 105 litres pendant mille heures, au prix de 30 centimes le mètre cube........	31 50	34 50
Frais accessoires..............	3 »	

Soit 40 0/0 en plus pour l'électricité.

Pour deux mille heures on aurait, bec électrique..............................	108 »
Bec de gaz............................	66 »

Soit 40 0/0 en plus.

La place du Carrousel, à Paris, est éclairée par 12 lampes à arc de Mersanne, placées sur des candélabres hauts de 8 mètres et portant deux lampes à arc; un grand pylône de 20 mètres de haut, au centre de la place, supporte deux régulateurs du même système. Le matériel moteur est de : 2 dynamos Lontin, 2 dynamos Brush, 2 locomobiles de 40 chevaux. La ville paie 40 centimes par chaque foyer et par heure. Dans ces derniers temps, une station nouvelle s'est installée 31, rue du faubourg Saint-Martin, c'est la station de M. Pulsford, elle sert à éclairer un théâtre voisin. Son importance en force motrice est de 220 chevaux vapeur répartis en quatre machines de 50, 75, 35 et 60 chevaux; elle peut donc alimenter environ 2,200 lampes à incandescence. Le système de fondation de M. Anthony a été employé pour les machines à vapeur et dynamos électriques, de façon à éviter toute espèce de vibration dans les murs mitoyens; condition indispensable dans un quartier aussi populeux.

Des concessions ont été données en 1889 par la ville de Paris à diverses compagnies d'électricité, Sensier, Bopp, Edison pour les boulevards de la Madeleine, des Italiens et quartiers environnants de la rive droite de la Seine; ces compagnies se sont installées, mais on ignore encore les résultats de leur exploitation.

Eclairage électrique du Port du Havre.

Telles sont les principales stations en France. Je citerai, en terminant ce paragraphe, l'éclairage du port du Havre par 40 foyers Jablochkoff, d'une intensité de 6,000 bougies à feu nu (les crayons ont 6 millimètres de diamètre).

Le prix payé par l'Administration des ports est de 1 fr. 047 à l'heure, pour une durée de dix années ; au bout de ce délai, toute l'installation sera la propriété de l'Etat.

Elle se compose de : 2 machines demi-fixes de 35 chevaux chacune, qui mettent en mouvement 4 dynamos Gramme auto-excitatrices de 16 foyers.

Une de ces dynamos fonctionne à circuit ouvert.

Ce traité a été et est extrêmement onéreux pour la Société de la bougie Jablochkoff.

Les petites localités de Bourganeuf, la Roche-sur-Foron, en Savoie, Pertuis, en Provence, et Saint-Fargeau (Yonne) sont éclairées à l'électricité; elles disposent, à l'exception de Pertuis, de forces hydrauliques uniquement.

En Amérique, avant 1876, l'éclairage électrique n'existai pas; ce fut M. Hippolyte Fontaine, un ingénieur français, qui le premier, exposa, au nom de la Société Gramme, une série de dynamos et de régulateurs, et fit des expériences de lumière électrique. Tout ce matériel d'essai fut acheté et de nombreuses commandes furent adressées en France.

Après les découvertes de Brush, Edison, Maxime Weston, etc., l'éclairage électrique se répandit avec rapidité aux États-Unis, et de nombreuses stations électriques furent construites, parmi lesquelles les principales, actuellement en construction, sont celles de New-York, Philadelphie, Chicago et Boston.

La Compagnie Edison avait au 1er mai 1887 :

102 stations centrales avec	290,300	lampes.
13 d'éclairages publics	6,500	»
891 installations isolées	230,674	»
TOTAL	527.474	»

Au 1er janvier 1888, on estime le nombre des stations centrales à 150, celui des stations isolées, à 1,000, et les lampes à incandescence à 1,000,000 ; au 31 décembre 1888, stations 1727, lampes 1,124,686.

Plusieurs autres Compagnies, entre autres la Westinghouse Cie, se sont développées aussi rapidement.

Ainsi, la Westinghouse Cie qui, au début de l'année 1887, ne comptait que 26,250 lampes, avait, dans un délai de dix mois, au 1er novembre 1887, porté ce chiffre à 103,100 lampes pour 51 stations isolées et 51 stations centrales.

La Thomson-Houston Cie, dont on a installé les appareils à la Cannebière, comptait, à la même époque, 39,350 lampes, dans 64 stations centrales et 21 stations isolées; la station électrique de la Compagnie Thomson-Houston, de Brooklyn, est la plus considérable du monde entier comme lampes à arc, et en alimente 1,325. En résumé, le total des diverses Compagnies électriques, autres que la Compagnie Edison, représente :

621 installations isolées.
172 » centrales

alimentant 296,980 lampes.

Si l'on totalise avec les lampes Edison, on arrive à plus de 1296 mille lampes.

Le *Go a head* des Américains, la cherté du gaz et les facultés offertes par les municipalités, ont contribué beaucoup à ce rapide essor de l'éclairage électrique des États-Unis.

Pour ne citer qu'un exemple des efforts des municipalités américaines dans le but de propager ce système d'éclairage, la ville du Détroit, qui a 200,000 habitants, paie, d'après les renseignements de M. Eugène Martin, pour 516 lampes à arc marchant toute la nuit, 114,500 dollars ou 572,500 francs, soit 0,26c par heure et par foyer et pour un complément de 94 foyers à arc, il est payé 0,75 de dollars, soit 3 fr. 50 par foyer et par nuit, ce qui représente environ 33c par foyer et par heure (avec 3,869 heures d'éclairage par an).

Ces prix sont inférieurs à ceux de Milan et de Marseille pour les lampes à arc.

Pour	Paris,	0 fr. 40	p. l. et p. heure	toute la nuit;
»	Marseille,	0 » 525	p. l. et p. heure	jusqu'à minuit;
»	Milan,	0 » 502	p. l. et p. heure	jusqu'à minuit;
»	Milan,	0 » 44	p. l. et p. heure	toute la nuit;
»	Détroit,	0 » 29	p. l. et p. heure	toute la nuit.

L'installation des 620 lampes à arc du Détroit, sur des pylônes en fer et de la station électrique, a coûté : 1,500,000 fr. dont environ :

Pylônes.................	F. 500,000	
Câbles-lumière et leurs poteaux, supports en bois.	500.000	(Ils sont en fils de 5m/m. 15 de diam. et ont une longueur de 400 kilomètres).
Lampes à 250 fr. pièce....	155.000	
Station électrique	345,000	
TOTAL....	1,500,000	

La plupart des pylônes portent 4 lampes à arc, d'autres 6 lampes à arc, la hauteur des premiers est de 46 mètres, la hauteur des seconds est de 53 mètres. En tout, 122 pylônes portant 500 régulateurs à arc et 120 régulateurs isolés.

En dehors de l'éclairage public du Détroit, il y a, chez les particuliers, 400 foyers de 9 ampères et demi en foyers à arc de diverses grandeurs ou en lampes Bernstein de 75 bougies.

L'éclairage privé produit..................	F.	200,000
» public		750,000
TOTAL......	F.	950,000

On estime la dépense à 575,000 fr. dont :

Combustible............................	21,70	p. 0/0.
Graissage et nettoyage..................	5,40	—
Crayons électriques......................	20,99	—
Frais divers............................	2,91	—
Amortissement et entretien...............	26,00	—
Personnel.............................	23,00	—
	100,00	p. 0/0.

Si l'on fait différents calculs, basés sur un éclairage moyen des particuliers de 3 heures par jour et un éclairage public durant toute la nuit, on arrive à une recette par foyer et par heure d'environ fr. 0,34 centimes, le prix de revient par

heure serait de fr. 0,20 centimes, pour des becs de 2,000 bougies.

On voit combien l'éclairage par arc est économique et ceci est peu surprenant, lorsqu'on se rappelle qu'un cheval-vapeur suffit pour une lampe à arc de 2,000 bougies d'intensité lumineuse, et qu'il faut la même force pour 10 lampes Edison de 16 bougies, soit 160 bougies.

Il est donc nécessaire. avec les lampes à incandescence, pour obtenir la même intensité lumineuse, de disposer d'une force motrice douze fois plus considérable qu'avec l'arc.

A New-York, il existe deux stations centrales électriques, pour l'incandescence installée, la première dans Pearl Street ; elle dessert 11,000 lampes.

L'autre dans Liberty-Street, elle dessert 2,000 lampes. L'une produit sa vapeur, l'autre l'achète à une Société qui en produit une grande quantité et la vend au comptant aux usines environnantes pour toute espèce d'usage.

Le personnel des deux stations se compose de trente-une personnes.

Voici les dépenses d'exploitation en 1886 :

Personnel......................		F. 135,000,	soit 34	p. 0/0
Houille, 4,117 tonnes à 17 f. 50 à l'usine.	F. 72,047			
Eau...............	6,435			
Vapeur pour la 2me station à fr. 0,37 les 0/00 kil.......	21,000			
	F. 99,482	99,482	» 24,70	»
Huile à graisser......................		9,500	» 2,40	»
Remplacement de 20,728 lampes.......		46,400	» 11,60	»
Entret. des conduites souterraines.....		48,665	» 12,30	»
Entretien, matel, impôts, frais div......		58,435	» 15,00	»
		F. 397,482	100,00	»

Le chiffre d'entretien des conduites souterraines est très élevé, par suite des tâtonnements inévitables d'une première installation.

On voit, par un simple calcul, qu'on aurait, par lampe de 16 bougies et par an, une dépense de 30 fr. 57, sans compter l'amortissement du capital dépensé ; soit, en admettant mille heures d'éclairage par an, fr. 0,0305 par lampe de 16 bougies et par heure. Ce qui représente fr. 0,0405 par ampère-heure. Nous avons vu qu'à Saint-Étienne, on estimait le coût de l'ampère-heure à fr. 0,0325. Il est vrai d'ajouter qu'à Saint-Etienne, le coût du charbon est de 13 fr. la tonne, au lieu de fr. 17,5 à New-York ; ce qui fait une différence pour New-York de fr. 0,002 environ, c'est-à-dire que l'ampère-heure eût coûté fr. 0,0385, soit encore un prix de revient de 20 p. 0/0 plus élevé que celui de Saint-Étienne ; mais nous avons déjà dit que nous trouvions ce dernier faible.

On peut estimer que la station Edison-Pearl-Street, pourvue de chaudières-dynamos d'une capacité de 20,000 lampes de 16 bougies, a dû coûter, y compris la canalisation, environ 2,000,000 de francs.

En admettant un amortissement basé sur un total approximatif, soit quatre millions pour les deux stations de New-York, on aurait pour amortir en vingt ans 200,000 fr. par an, soit, actuellement par lampe et par an 15 fr. environ, et pour une durée de mille heures, fr. 0,015 par lampe de 16 bougies, et par heure, soit environ fr. 0,0200 l'ampère-heure. Si l'on ajoute au prix de revient précédent sans amortissement fr. 0,0405 par lampe-heure, cet excédant de fr. 10,015,

on a.... Fr. 0,0605 par ampère-heure.
ou... 0,03025 pour la lampe de 10 bougies.
0,04530 pour la lampe de 16 bougies.

Il est vrai que dans tous ces calculs je ne me suis basé que sur le *quantum* actuel de 13,000 lampes ; on aura des prix de revient beaucoup plus réduits, le jour où les deux stations auront toute leur capacité employée, soit 40,000 lampes, parce que les frais généraux, les frais d'amortissement seront à peu près les mêmes ; le combustible, le graissage des machines, les remplacements des lampes, l'entretien

varient seuls. Actuellement il y aurait à New-York 4 stations :

1.	Premier district de		20,000	lampes puissance maxima.			en 1889.
2.	2e	—	40,000	—	—	—	
3.	3e	—	40,000	—	—	—	
4.	4e	—	60,000	—	—	—	
	Total..		142,000	lampes puissance maxima.			

Nous ne savons quels sont les chiffres d'abonnement à New-York ; mais si l'on payait, comme à Milan, l'ampère-heure, pour une durée de mille heures par an, à... 0 fr. 09 c. 8 on voit que le prix ci-dessus de............. 0 fr. 0605 donnerait un bénéfice notable.

Nous avons vu qu'à Milan l'ampère-heure aurait donné, en 1887, une recette de fr. 0,084.

Pour toute espèce de stations centrales, l'important, et c'est presque une question de vie ou de mort, c'est d'arriver à utiliser toute sa capacité, sinon les prix de revient s'en ressentent.

Aux États-Unis, on estime qu'une Société établie avec le concours de la Société Edison doit disposer comme capital :

175,000 fr.	pour une station	de 1,200	lampes de 10 bougies	soit 145	fr.	par lampe.
200,000 »		1,500		» 133	»	»
250,000 »		2,000		» 125	»	»
285,000 »		2,400		» 119	»	»
360,000 »		3,200		» 112		»

en comprenant les terrains à acheter.

Ces chiffres paraissent réduits pour la France, surtout s'il faut acheter les terrains.

Certains exemples nous permettent de penser qu'il faut compter très approximativement **sans achat de terrains**, au moins 130 francs par lampe de 10 bougies pour une station de 1,200 à 1,300 lampes.

La nécessité de se placer dans le centre des quartiers à éclairer, augmente considérablement la valeur des terrains et la dépense de ce chef ne peut donc être appréciée.

Tels sont, Messieurs et chers Collègues, les divers aperçus statistiques de l'état actuel de la lumière électrique.

nclusions cette étude mparative du gaz l'électricité.

Les électriciens ne peuvent lutter avec les gaziers qu'à la condition de faire des prix égaux ou inférieurs à ceux du gaz.

Or, on peut, je crois, dire que si, dans des cas particuliers, l'électricité par arc pourra rémunérer le capital engagé, il n'en sera pas ainsi pour la lumière par incandescence. Ainsi que je vous le disais dans notre séance publique de janvier, il sera nécessaire que l'électricité fasse des progrès nouveaux pour mieux utiliser la force motrice.

Le combustible entre pour plus de 25 a 30 0/0 dans les dépenses d'exploitation ; il y a donc intérêt à mieux utiliser la force qu'il produit. Les frais généraux qui s'appliquent pour le présent à des stations de capacité réduite représentent également plus de 30 à 35 0/0 des dépenses. C'est là encore une cause importante d'infériorité. On peut dire, toutefois, qu'il en est de l'électricité comme du gaz, dont les débuts ont été très pénibles jusqu'au moment où de nouveaux becs perfectionnés, l'écoulement plus avantageux et l'utilisation des sous-produits : coke, goudron, eaux ammoniacales, ont donné un essor considérable à cette industrie.

Il n'y a pas de sous-produits dans l'électricité et l'on peut affirmer que lorsqu'il y aura des bénéfices dans une exploitation d'éclairage par l'électricité, jamais ces bénéfices ne pourront atteindre ceux d'une exploitation par le gaz.

La lutte est ouverte entre ces deux genres d'éclairage ; comment se terminera-t-elle? Le gaz sera-t-il réduit, comme le lui prophétisent les électriciens convaincus, à ne plus être utilisé que pour le chauffage, la cuisine, la force motrice, ce qui serait encore un vaste champ d'exploitation?

On ne saurait préjuger la solution finale du conflit, mais ce qu'on peut en dire est ceci :

A notre époque, où le bon marché prime tout, si les électriciens font des prix plus élevés que le gaz, ils courent à un échec inévitable. S'ils offrent à des prix égaux ou inférieurs, le capital qu'ils auront dépensé ne sera pas certainement, pendant longtemps, desservi par un bénéfice convenable et ils peuvent même le compromettre.

De leur côté, les compagnies gazières, dans ce dernier cas,

n'hésiteront pas à élever autel contre autel, station électrique contre station électrique pour se défendre, abaisseront leurs tarifs et s'engageront dans une voie qui restreindra leurs bénéfices en leur faisant entreprendre une série de travaux neufs, dont elles n'avaient pas besoin.

Il est certain que, dans cette lutte, les Compagnies gazières auront des avantages considérables sur les électriciens; l'adjonction des services électriques n'augmentera pas sensiblement leurs frais généraux.

L'exemple de la Compagnie de Rome montre qu'avec les transformateurs les gaziers pourront, sans acheter des terrains coûteux, s'établir sur le sol même de leurs usines à gaz; en évitant ainsi des dépenses considérables de ce chef dans les grandes villes.

Ils pourront n'avoir que des dépenses insignifiantes de combustible pour produire la vapeur nécessaire à la forme motrice, en utilisant la chaleur perdue de leurs fours à gaz, et puisque l'on estime que les frais généraux et le combustible représentent, soit en France, soit en Amérique, 60 0/0 des dépenses d'exploitation de la lumière électrique par incandescence, on voit dans quelles proportions énormes les gaziers pourraient réduire leurs dépenses pour devenir fournisseurs de lumière électrique. Même avec ces avantages, je ne crois pas que l'électricité puisse donner des bénéfices en faisant des prix égaux à ceux du gaz.

Pour le début, et lorsqu'il y aura lutte entre l'électricité et le gaz, le résultat final sera des pertes des deux côtés, et la victoire restera aux plus gros bataillons, c'est-à-dire, à celui des deux adversaires qui pourra disposer de ressources financières plus importantes.

Je suis aussi d'avis que les Compagnies de gaz, tout en faisant en électricité strictement le nécessaire pour ne pas immobiliser des capitaux importants et improductifs, et simplement pour se défendre, doivent amortir le plus tôt possible leur capital-actions; c'est là leur meilleur moyen de défense.

Aussitôt ce résultat obtenu, elles devront baisser le prix du gaz de façon à défier toute concurrence et rallier à elles l'esprit

public, hostile par suite des prix actuels résultant des traités à long terme avec les municipalités.

Ce dernier parti, qui me semble de beaucoup le plus sage et le plus prudent, portera certainement un coup mortel à toutes tentatives initiales de l'électricité, et les restreindra absolument aux éclairages de luxe.

Si, dans les pays du sud de l'Europe, l'électricité offre un certain avantage en ce sens qu'elle donne moins de chaleur que le gaz, — ce désavantage de l'éclairage au gaz devient, au contraire, pour les pays du centre et du nord de l'Europe, un avantage par suite de la température excessive du gaz, qui chauffe et ventile les appartements ; tandis que l'électricité exige des appareils de chauffage et de ventilation.

Il ne faut pas croire, toutefois, que l'électricité ne donne pas de chaleur ; j'ai constaté, en mettant la main sur des lampes Edison à incandescence, marchant depuis 5 heures, que l'ampoule en verre acquiert une température élevée.

Je ne puis mieux, du reste, terminer ces conclusions qu'en citant textuellement le paragraphe du nouvel ouvrage, édition de 1888, du savant ingénieur-électricien Hippolyte Fontaine, relatif aux stations centrales créées et à créer.

« Il en est de l'industrie des stations centrales européennes « comme de beaucoup d'autres grandes industries, qui ruinent « leurs promoteurs et enrichissent ceux qui viennent ensuite. « Pour faire apprécier les qualités hygiéniques de l'éclairage « électrique et sa grande sécurité, il faudra sans doute multi- « plier les applications et par suite les déceptions de leurs « entrepreneurs ; mais le moment viendra où l'on ne parlera « plus de payer au même prix l'éclairage à l'électricité et l'é- « clairage au gaz, pas plus qu'on ne demande à payer la soie « le même prix que le coton, sous prétexte qu'ils peuvent « servir aux mêmes usages.

« A ce moment, l'électricité pénétrera partout, et le rôle du « gaz consistera surtout à produire de la chaleur et du travail « mécanique.

« L'exemple que nous fournissent les États-Unis est bien

« fait pour nous donner une confiance absolue dans le brillant « avenir promis à l'éclairage électrique. »

Je ne veux retenir de ces observations, mes chers collègues, qu'une seule chose: *Habemus confitentem reum*, c'est-à-dire que M. Fontaine, dont la compétence est incontestable et qui connaît bien le coût exact du gaz, car il est parfaitement au courant de sa fabrication (ce qui est rare pour un électricien); M. Fontaine, dis-je, estime nettement que l'électricité, pour prospérer, doit faire des prix supérieurs à ceux du gaz, sinon les promoteurs de ce nouvel éclairage peuvent s'attendre à beaucoup de déceptions.

A Paris, on compte, d'après le dernier rapport de la Compagnie Parisienne sur 1887, 293 établissements éclairés à l'électricité (théâtres, cafés-concerts, magasins).

D'après certains renseignements, on évaluait, je crois, la quantité de gaz consommée par ces établissements à dix millions de mètres cubes de gaz.

C'est, sur les 290,774.500 mètres cubes fournis par la Compagnie Parisienne en 1887, une proportion de $\frac{1}{39}$ p. 0/0, soit 3, 1 p. 0/0. A Marseille, où le gaz consommé a été, en 1887, de 13,985,000 ^{mc}, les divers établissements qui sont éclairés à l'électricité n'ont pas enlevé, si je ne me trompe, plus de 1,5 p. 0/0 et même moins, si l'on tient compte de leurs consommations en gaz pour divers usages.

En ce qui concerne Paris, les 293 établissements cités ci-dessus, soit pour parer à des défectuosités de l'éclairage électrique, à des extinctions partielles, à d'autres usages, chauffage, cuisine, force motrice, ont consommé, dit-on, neuf millions de mètres cubes de gaz. La perte réelle causée par la lumière électrique à la Compagnie Parisienne serait d'un million de mètres cubes de gaz, et si l'on considère que la Compagnie Parisienne a eu 5,492 abonnés nouveaux, dont on peut estimer la consommation à cinq millions de mètres cubes, on voit que le tort fait par l'électricité à la Compagnie Parisienne est jusqu'à ce jour peu important. En 1889, on estime qu'il y a à Paris cinq cents établissements éclairés à l'électricité qui consommaient autrefois .... 15.000.000^{m} de cubes de gaz.

Ils en consomment.................... 13.500.000m

En moins............................ 2.500.000m

perte largement compensée par les abonnés nouveaux de la Cie du Gaz de Paris.

L'avenir démontrera seul aux actionnaires de cette Compagnie s'ils doivent entrer eux-mêmes dans le mouvement pour l'éclairage électrique et former des Sociétés de lumière par l'électricité. Jusqu'à présent, si je ne me trompe, ce ne sont point là leurs dispositions.

Du reste, mes chers Collègues, si quelques-uns d'entre vous se sont rendus à l'Exposition de 1889, ils ont dû se rendre compte des avantages des deux modes d'éclairage. Électriciens et gaziers ont lutté, chacun de son côté, pour l'éclairage de certaines parties de l'Exposition.

Les électriciens ont formé un syndicat international, sous la présidence de M. Hippolyte Fontaine, pour éclairer cent mille mètres carrés d'espaces couverts, et deux cent mille mètres carrés d'espaces découverts.

Ils disposeront d'une force motrice de 3,000 chevaux, produisant une lumière totale de quinze cent mille Carcels; le *quo non ascendam* n'a plus de limite pour eux; aussi, j'engage le soleil et la lune à se bien tenir en garde contre ces nouvelles planètes lumineuses.

Le gaz, de son côté, n'est pas resté inactif, et vous avez dû y voir de grands espaces éclairés au gaz, des appareils d'éclairage perfectionnés qui utilisent d'une façon merveilleuse le gaz d'éclairage, et donnent de grandes économies de consommation.

En résumé, *Petit Bonhomme de gaz vit encore, et vivra, je l'espère, longtemps*. Il n'hésitera pas, pour prolonger une existence si bien remplie et d'une utilité incontestable, à mettre sur son drapeau : « GAZ-ÉLECTRICITÉ ; » car ses adhérents ne sont réfractaires à aucun progrès.

C'est la ligne de conduite que j'ai toujours tenue à l'école des Darcy, Briqueler et de l'éminent ingénieur et savant professeur Jordan, pendant les longues années passées au service de la Société des Gaz et Hauts-Fourneaux de Marseille, comme ingénieur et directeur d'exploitation dans la même ville.

RÉSUMÉ des prix payés pour l'éclairage d'une lampe électrique de 10 bougies par incandescence ayant un éclairage annuel de mille heures.

	PAR LAMPE et PAR HEURE.	PRIX du mètre cube de gaz pour avoir la même dépense avec la même intensité lumineuse.	PRIX ACTUEL DU GAZ.
	Centimes.	Centimes.	Centimes.
Milan, tous frais compris, remplacement de lampes usées et compteurs......	5,10	48.5	25 à 36
Grand-Opéra..................	5,35	50.9	30
Théâtre de Braün...............	2,50	23,80	»
Rome.....................	5	47,60	29
Tours, ancien tarif...............	2,60	24,7	25, 30 et 36
» nouveau tarif.............	3,75	35,7	»
Saint-Étienne.................	3,75	32,8	25
Marseille....................	4,80	45,7	33
Théâtre des Variétés, à Marseille.......	2,50	24	33
Station de Mildé................	4,80	45,7	30



